Bank of Canada Review

Autumn 2006

Special Issue
Models for
Monetary Policy

2007-04664/

Bank of Canada Review

Autumn 2006

Special Issue
Models for Monetary Policy

Introduction

Models for Monetary Policy 3

Articles

ToTEM: The Bank of Canada's New Projection and Policy-Analysis Model 5

MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy 19

Modelling Financial Channels for Monetary Policy Analysis 33

A New Effective Exchange Rate Index for the Canadian Dollar 41

Announcements

Bank of Canada Publications 47

Effective with this issue, Governor David Dodge's speeches and the summary tables (A1, Key Monetary Variables, and A2, Major Financial and Economic Indicators) will no longer be published in the *Bank of Canada Review*. Complete texts of the Governor's speeches in both official languages are available on the Bank's website (www.bankofcanada.ca).

Summary Tables A1 and A2 are published monthly in *Bank of Canada Banking and Financial Statistics*. See p. 2 for information on how to obtain copies.

Cover

The "pretended" Bank of Upper Canada — Kingston (1819-22)

Although Kingston was the commercial centre of Upper Canada (now the province of Ontario) in the early part of the nineteenth century, it lacked the banking services that would help to maintain its strong economic growth. To meet chronic shortages of cash and to inject some capital into the local economy, efforts to establish a bank in the town began as early as 1810. In 1817, a group of Kingston merchants applied to the government for a charter to open a bank.

Unfortunately, royal assent for the legislation that would establish a bank arrived after the original bill had expired. While some of the merchants applied for another charter, others decided they could wait no longer. Articles of Association were drafted in 1818, shares in the new bank were offered for sale, and a board of directors was elected. In 1819 the Bank of Upper Canada finally opened in Kingston, but despite its official name, it operated as a private, unincorporated bank without a charter. Given the instability of the monetary system at the time, a charter, which reflected legal status, was imperative for the credibility and longevity of any bank.

At first, the lack of a charter did not seem to pose a problem. When cracks began to appear in the bank's operations in 1821, however, as a result of internal conflicts between the bank's president and some of its directors, strong criticisms began to be voiced against the institution. Soon afterwards, the bank was declared "illegal," and by 1822 it had closed its doors. The bank's main rival, also named the Bank of Upper Canada, incorporated in 1821 and based in York (now Toronto), began to use the term "pretended" to distinguish itself as a legitimate chartered bank from the unchartered and legally unrecognized bank in Kingston. As well, the term was later used in the government legislation intended to settle the affairs of the Kingston bank. Ironically, the bank's affairs lingered in political limbo long after it had ceased to exist.

During its short history, the pretended Bank of Upper Canada issued notes in denominations of $1, $2, $5, and $10. Like other bank notes in the early nineteenth century, they contained some important security features still used today. These included engraved vignettes with meticulous fine-line work that was difficult to reproduce and ornate lathework patterns framing the notes. The $10 note, featured on the cover, shows an engraved view of Kingston harbour to the right and, on the left, the gun towers of Fort Henry. The note is part of the National Currency Collection of the Bank of Canada.

Photography by Gord Carter

The *Bank of Canada Review* is published quarterly, in print, and on the Bank's website (bankofcanada.ca). *Banking and Financial Statistics* is published monthly. Subscriptions are available to both publications.

***Bank of Canada Review* (quarterly)**	
Delivery in Canada	CAN $25
Delivery to the United States	CAN $25
Delivery to all other countries, regular mail	CAN $50
***Banking and Financial Statistics* (monthly)**	
Delivery in Canada	CAN $55
Delivery to the United States	CAN $55
Delivery to all other countries, regular mail	CAN $120

Canadian government and public libraries and libraries of Canadian and foreign educational institutions may subscribe at one-half the regular price. Single copies of the quarterly *Review* are $7.50. Single copies of the *Banking and Financial Statistics* are $5.00. Reprints of articles are available at $2.00 per copy.

Subscriptions or copies of Bank of Canada documents may be obtained from Publications Distribution, Communications Department, Bank of Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0G9; telephone 613 782-8248, toll free in North America: 1 877 728-8248; email address: publications@bankofcanada.ca. Remittances in Canadian dollars should be made payable to the Bank of Canada. Canadian orders must add 6 per cent GST as well as PST where applicable.

Inquiries related to interest rates or exchange rates should be directed to 613 782-7506.

Models for Monetary Policy

Paul Fenton, Guest Editor

The Bank of Canada has a rich history of building and using macroeconomic models for policy analysis and economic projections. The first model—named RDX1 for Research Department experimental—was constructed in the mid-1960s. Since then, as economic modelling techniques and computing power have advanced, the Bank has periodically built new models with a view to remaining state of the art in the tools supporting monetary policy formulation. Two articles in this special issue of the *Review* focus on new models recently developed at the Bank, while a third describes the Bank's research into developing models that will include a greater role for financial variables.

Because monetary policy actions affect spending and inflation with a lag, policy decisions must be based on a view of how the future will unfold. To mitigate the risks associated with model and data uncertainty, the Bank has put in place a comprehensive process that brings a wide range of information and analysis to bear in making monetary policy decisions. A fundamental element of the process is the staff economic projection. Staff at the Bank of Canada use carefully articulated economic models, along with judgment, to forecast the evolution of the Canadian economy and to examine alternative scenarios. The projection provides the reference point from which the implications of other sources of information are assessed.

The Bank's new model for Canada is described in "ToTEM: The Bank of Canada's New Projection and Policy-Analysis Model." As part of a new generation of dynamic stochastic general-equilibrium macroeconomic models, ToTEM has a richer, more realistic structure than was previously possible. Its multiple goods set-up, including a commodity-producing sector, allows ToTEM to inform the staff's judgment on a wider variety of shocks.

Canada has a very open economy, which is broadly integrated into the global economy. Accordingly, analyzing and forecasting economic developments in the rest of the world play a critical role in the formulation of Canadian monetary policy. Recently, Bank staff have introduced a new macroeconometric model of the U.S. economy (MUSE) and a new model of the European Union (NEUQ). These models are described in "MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U. S. Economy."

"Modelling Financial Channels for Monetary Policy Analysis" describes the Bank's ongoing research into developing models in which financial variables play an active role in the transmission of monetary policy. Such models could help analyze information from the financial side of the economy and provide an overall view of the implications of financial developments for the current economic outlook. This research is part of the Bank's strategy for dealing with data and model uncertainty in the formulation of monetary policy decisions.

"A New Effective Exchange Rate Index for the Canadian Dollar" describes a new index that captures recent changes in Canada's trade patterns, including the rise in importance of China and Mexico, and gives a more comprehensive measure of Canada's trade competitiveness.

ToTEM: The Bank of Canada's New Projection and Policy-Analysis Model

Paul Fenton and Stephen Murchison, Research Department

- *When the Quarterly Projection Model (QPM) was first used in 1993 as the Bank's main projection and policy-analysis tool, it was considered state of the art among central bank models.*
- *Since QPM's introduction, refinements in modelling techniques, combined with enormous increases in computing power, have led to the development of a new generation of macroeconomic models, commonly referred to as dynamic stochastic general-equilibrium models. The Bank of Canada's new projection and policy-analysis model, the Terms-of-Trade Economic Model, or ToTEM, is such a model.*
- *ToTEM contains four distinct finished-product sectors as well as a commodity-producing sector. The move to a multiple-goods structure means that ToTEM can inform the judgment of Bank staff on a much wider variety of shocks, including relative price shocks.*
- *ToTEM's parameters have been chosen to reflect more recent data in which the volatility and persistence of inflation have declined significantly. One implication of this change is that, in response to typical shocks, inflation returns to the 2 per cent target somewhat faster in ToTEM than in QPM, about six quarters, on average.*

In December 2005, the Terms-of-Trade Economic Model, or ToTEM, replaced the Quarterly Projection Model (QPM) as the Bank of Canada's principal projection and policy-analysis model for the Canadian economy.[1] When it was introduced in September 1993, the aspirations for QPM were decidedly ambitious.[2] It was intended to serve both as the main tool for producing the staff economic projection, which is a key input into the monetary policy decision process (see Macklem 2002), and as a research tool for analyzing significant changes in economic structure or macroeconomic policies that require a deeper understanding of the longer-term equilibrating forces at work in the economy. And by any metric, QPM was highly successful. It helped the staff to interpret the shocks that have hit the Canadian economy since its implementation and to understand many of the key Canadian macroeconomic issues of the 1990s.[3] QPM also had a major impact on the modelling efforts of other inflation-targeting central banks throughout the world.[4]

ToTEM continues the key design philosophy and view of the economy underlying QPM but benefits from the

1. Earlier, two parallel or "shadow" projections were conducted with the model, in conjunction with QPM. For a complete description of ToTEM, see Murchison and Rennison (2006).

2. For a description of the steady-state version of QPM, SSQPM, see Black et al. (1994). For the dynamic model, see Coletti et al. (1996).

3. For a discussion of the important role played by economic models at the Bank of Canada, see Coletti and Murchison (2002) and Duguay and Longworth (1998).

4. In particular, the Reserve Bank of New Zealand and the Swedish Riksbank employ variations of the QPM. More recently the QPM has significantly influenced modelling efforts at the Bank of Japan. Reference to QPM's influence on other central bank models is also made in the 15 July edition of *The Economist* (see Special Report on Economic Models: "Big Questions and Big Numbers").

leaps in technological progress in economics and computing power of the past decade to enhance the fundamental strengths of the earlier model. ToTEM has a stronger theoretical foundation and better explains the dynamics of the Canadian economy.

ToTEM continues the key design philosophy and view of the economy underlying QPM but benefits from the leaps in technological progress in economics and computing power of the past decade to enhance the fundamental strengths of the earlier model.

The purpose of this article is to explain the motivation behind the development of ToTEM, to provide an overview of the model and its calibration, and to describe some simple simulations that illustrate a few of its key properties. A concluding section provides some indication of how the model is expected to evolve.

The Motivation for Developing ToTEM

Since QPM was first used by Bank of Canada staff in 1993, significant advances have been made in the field of applied macroeconomic modelling. Foremost is a more structural approach to modelling economic dynamics that views the economy as a set of rational agents, with each trying to explicitly maximize its well-being, subject to a set of constraints. The model's behaviour, both in and out of steady state, can thus be traced to a set of fundamental assumptions about the structure of the economy.[5] This increased reliance on economic theory in the dynamic model, in turn, results in model simulations that are easier to understand and to explain.

In addition, improved techniques for introducing multiple products into models and greater computing power have facilitated the use of richer, more realistic models that require fewer simplifying assumptions. These advances allow new models like ToTEM to maintain a more detailed structure than was possible with QPM. In particular, ToTEM is better able to capture international linkages in Canada. The core structure of QPM was designed around a one-good model; as a result, QPM had difficulty capturing, for instance, the relationship between commodity prices, the real exchange rate, and real gross domestic product (GDP). Staff therefore had to frequently introduce judgment, based on atheoretical add-on equations or other models (such as Macklem 1993) when analyzing terms-of-trade shocks (e.g., changes in commodity prices).

It is now possible to build models that accommodate multiple goods and optimizing agents where rational expectations are assumed throughout. Such models can be used to examine a broad range of questions of interest to a central bank, e.g., the determinants of exchange rate fluctuations, the implications of relative price movements (including commodity prices), and the aggregate implications of sector-specific shocks. With respect to the latter, it is reasonable to think that the impact of a movement in aggregate demand on core consumer price index (CPI) inflation[6] will differ, depending on whether it is the result of an increase in consumption or in investment demand.[7] Furthermore, in a multiple-goods structure with optimizing agents, a richer set of questions can be considered; e.g., from a welfare perspective, should a central bank target a price index that includes both domestically produced and imported goods, or should it focus solely on the former?

As well, by adopting a model whose core is that of an open economy dynamic stochastic general-equilibrium (DSGE) model, recent PhD graduates hired by the Bank will already be familiar with the basic structure of ToTEM, and therefore, less training will be required. In addition, the underlying optimizing-agent structure used in the model is very flexible. Additional features developed in the academic literature or at other central banks can be introduced (or turned off) in ToTEM in a much more straightforward manner than was the case with QPM. Finally, the use of linearization and new solution techniques allow the staff to simulate ToTEM in a fraction of the time required with QPM.

5. This approach was employed, for the most part, for the steady-state version of the model (SSQPM), but not for the dynamic model. The term steady state refers to the long-run equilibrium predicted by the model, after the effects of all shocks have fully dissipated.

6. The core measure of inflation excludes eight of the most volatile components of the CPI and adjusts the remaining components to remove the effect of changes in indirect taxes. The eight components removed are fruit, vegetables, gasoline, fuel oil, natural gas, intercity transportation, tobacco, and mortgage-interest costs.

7. In a one-good framework, a one per cent increase in aggregate demand will have a similar initial impact on prices whether it is the result of an increase in investment or in consumption demand.

To summarize, the objectives in developing ToTEM were threefold. First, the model needed to be more deeply grounded in economic theory than QPM, in order to provide, in particular, more coherent explanations of the model's business cycle dynamics. Second, the model would be better able to analyze the array of shocks that regularly hit the Canadian economy, especially terms-of-trade shocks, without introducing significant judgment when producing the quarterly projection. Finally, the model would be easier to work with, maintain, and change in line with advances in macroeconomic modelling. Having said this, the goal of ToTEM is not so much to implement a fundamentally new view of how the economy works as to provide a richer representation of the current view.

An Overview of ToTEM

ToTEM is an open economy DSGE model with four distinct finished-product sectors as well as a commodity-producing sector.[8] The behaviour of all key variables in ToTEM can be traced to a set of fundamental assumptions about the underlying structure of the Canadian economy, which greatly improves the model's ability to tell coherent, internally consistent stories about how the Canadian economy is—or will be—evolving. The multiple-products approach also allows ToTEM to inform the staff's judgment on a much wider variety of shocks, including relative price shocks, which was quite difficult with one-good models like QPM that included no role for relative prices.

The behaviour of all key variables in ToTEM can be traced to a set of fundamental assumptions about the underlying structure of the Canadian economy.

In ToTEM, there are four sets of agents: households, firms, the central bank, and a representative fiscal authority, or government. The first three are modelled as explicitly maximizing an objective, subject to a set of well-defined constraints. For example, firms in the model wish to maximize their profits, but are faced with constraints such as their production technology and the frequency with which they can change their prices. Consumers wish to maximize their well-being or "utility," subject to a budget constraint that limits the rate at which they can accumulate debt. Finally, the central bank in ToTEM wishes to maximize the well-being of consumers by minimizing deviations of inflation from the target and output from potential, as well as the variability of interest rates, while recognizing that the structure of the economy constrains its simultaneous achievement of these joint objectives (Cayen, Corbett, and Perrier, forthcoming).

Fiscal policy is modelled somewhat more traditionally in ToTEM. The government levies direct and indirect taxes and then spends or transfers to consumers the proceeds of these taxes according to a set of rules that are consistent with achieving a pre-specified ratio of debt to GDP over the medium term. The short-run responses of the rules are calibrated to mimic the historical behaviour of fiscal policy in Canada.

Turning to the details and starting with the role played by consumers (or households), ToTEM assumes the existence of two types of consumers, who differ only in their access to asset and credit markets. The first type, labelled "lifetime-income" consumers, face a lifetime budget constraint but can freely borrow or save so as to reallocate consumption across time. These agents base their consumption decisions on their total expected lifetime income and will choose a very smooth consumption path through time when the real interest rate is constant. Higher (lower) real interest rates will cause lifetime consumers to temporarily increase (reduce) their savings, in order to fully exploit the interest rate change. These agents are also assumed to own the domestic companies and are therefore the recipients of any profits.

"Current-income" consumers, in contrast, face a period-by-period budget constraint that equates their current consumption with their disposable income, including government transfers. In addition to not being able to save or dissave, current-income consumers do not own shares in companies and therefore do not receive dividends. The presence of current-income consumers in ToTEM reflects the simple fact that not all households in the economy enjoy unlimited access to credit markets, as is typically assumed in DSGE models. In terms of model behaviour, the main implication of introducing current-income consumers is that changes to taxes and government transfers have larger consumption effects.

[8] For an intuitive discussion of dynamic general-equilibrium (DGE) models, see Moran (2000).

Both types of household sell labour to domestic producers and receive the same hourly wage, which they negotiate with the firm. Here it is important to note that workers are assumed to possess skills that are partially specific to the individual, thereby implying imperfect substitutability across workers. This assumption about the structure of labour markets is important because it means that workers have some market power in determining their wage. We also assume that workers and firms renegotiate the nominal wage about once every six quarters, on average, rather than every period. Furthermore, contract renewals are staggered over time, so a constant proportion are renewed each period. The introduction of "sticky" nominal wages will play a crucial role in creating business cycles in ToTEM while at the same time allowing monetary policy to influence real variables, such as GDP, in the short run (monetary non-neutrality).

In determining households' desired real wage, the assumption that both consumption and leisure are valued by households implies that they will consider *both* their current consumption level and the number of hours they are working when negotiating their wage. All else being equal, higher consumption or higher labour input will cause households to demand a higher real wage. The former effect occurs because a high consumption level makes leisure relatively more valuable. Thus, the only way to persuade the household to continue working the same number of hours is to offer a higher real wage.

Turning to the set of firms in the model, ToTEM contains producers of four distinct types of finished products: consumption goods and services, investment goods, government goods, and export goods. Each type of firm combines capital services, labour, commodities, and imports to produce a finished good. In the current version of ToTEM, only the relative import concentration distinguishes these goods; future versions, however, will allow for differences in the relative intensities of all factor inputs. The production technology for finished goods is characterized by constant elasticity of substitution. Increased capital utilization is possible, but at a cost. In other words, if a firm chooses to use its capital more intensively (by, say, adding an extra shift), the capital stock will effectively age faster, which in turn will reduce its productivity.

In addition to choosing the optimal mix of inputs, firms set a price for their product with an eye to maximizing their expected profits. Under the assumption that the elasticity of demand for any particular firm's product is constant, profit maximization corresponds to choosing a price that is a constant markup over marginal cost.[9] However, as with nominal wages, we assume that prices are costly for the firm to adjust, and therefore it will do so infrequently, and in a staggered fashion.[10] It will therefore not be possible for the firm to maintain a constant markup, except in steady state. Rather, knowing that any price it chooses will likely be in effect for several periods, the firm will set its nominal price so as to maintain a particular average markup over the duration of the period. Subsequent shocks will then cause variations in the firm's relative price, leading to variations in its sales, with low-price firms capturing greater market share.

Imports are treated as inputs to production, rather than as separate final goods. An importing firm buys goods from the foreign economy according to the law of one price and sells them to producers of finished goods at a price that is also adjusted only periodically. Thus, movements in exchange rates or foreign prices are not fully reflected immediately in the price paid by domestic producers. Furthermore, since the prices of both imported inputs and finished products are sticky, the model includes an element of vertical or supply-chain price staggering, which is crucial in allowing the model to generate realistic exchange rate pass-through to the CPI.

ToTEM also contains a separate commodity-producing sector. This is important for Canada, not only because the production of raw commodities accounts for roughly 13 per cent of GDP in Canada, but also because the finished-products and raw-materials sectors are characterized by different technologies and competitive structure. Much of the production of raw materials is highly price inelastic in the short run. At the same time, it is difficult to differentiate a commodity produced in Canada from one produced abroad. Finally, for most commodities, Canada can be viewed as a price-taker: it is too small a supplier to have any influence on world commodity prices. To properly understand the effects of commodity-price shocks, it is therefore necessary for a model to contain an explicit distinction between the commodity-producing and manufacturing sectors, as well as their respective

9. As in the labour market, the goods market is assumed to be characterized by imperfect competition, which implies that firms have some power to choose a price different than that of their competitors and still remain in business. Marginal cost refers to the cost to the firm of producing one additional unit of output.

10. The frequency of price readjustment has been calibrated in ToTEM to about twice per year, broadly consistent with the survey evidence presented in Amirault, Kwan, and Wilkinson (2006).

markets. In ToTEM, commodities are either exported, consumed directly by households, or used in the production of finished products.

Given their importance to the conduct of monetary policy, it is worth highlighting two particular aspects of ToTEM: the inflation process and the monetary policy transmission mechanism. These two aspects also illustrate some interesting conceptual differences between ToTEM and QPM.

The inflation process

ToTEM and QPM differ somewhat in terms of a theory of price determination. The underlying "story" for why, for example, inflation tends to rise when demand exceeds long-run supply, differs across the two models. In ToTEM, price increases are driven by marginal cost increases; in QPM, the output gap is the critical determinant of inflation in the short run. These conceptual differences do not, however, imply important differences in the behaviour of inflation across the two models since, for the most part, movements in costs tend to coincide with movements in the output gap. Rather, quantitative differences in the behaviour of inflation across the two models reflect the historical sample used to calibrate ToTEM (see "Model Calibration," below) not differences in assumed market structure.

In ToTEM, price increases are driven by marginal cost increases; in QPM, the output gap is the critical determinant of inflation in the short run.

As is now the convention in the literature on DSGE models, firms in ToTEM seek to maximize profits in an environment where the elasticity of demand for their goods is assumed to be constant and prices are sticky. A natural implication of these assumptions is that inflation is driven exclusively by current and expected future movements in marginal cost. Marginal cost, in turn, is increasing in firm-level output and, therefore, the firm-level short-run supply curve is upward sloping. For instance, higher production will tend to be associated with higher capital investment and more intensive utilization of existing capital. Both factors reduce productivity at the firm level, given that the installation of new capital causes production disruptions and that higher rates of utilization cause the existing capital stock to depreciate faster.

The monetary policy transmission mechanism

In Canada's current policy framework, the instrument of monetary policy is the target overnight interest rate.[11] In ToTEM, the Bank of Canada influences the nominal rate for 90-day commercial paper through its influence on the overnight rate. The level of the nominal short-term rate does not, however, directly affect real spending. Instead, consumption and investment decisions are based on the entire expected future path of short-term real interest rates; i.e., the demand side of the economy can be viewed as being influenced by a long-term real interest rate. Furthermore, changes in nominal short-term interest rates only influence this long-term real rate because prices and wages are not fully flexible in the short run. Similarly, monetary policy only affects the trade balance to the extent that nominal interest rate changes affect the real exchange rate, which, again, hinges on the assumption of nominal rigidity. In a world with fully flexible prices and wages, monetary policy would influence prices, but not real activity. In a world with considerable nominal rigidity, monetary policy influences inflation primarily through its influence on real activity.

In QPM, the adjusted yield spread,[12] by assumption, fulfilled dual roles as the instrument of monetary policy and as the relevant variable in households' consumption and savings decisions. In other words, there was a direct link between the actions of the central bank and consumption, and thus no way to explore the link between the influence of monetary policy and the degree of nominal rigidity.[13]

Model Calibration

As with any economic model, ToTEM contains several parameters for which economic theory does not assign specific values; rather, it provides only a sensible range of values. Typically, parameters are chosen so that

11. The overnight rate is the interest rate at which major financial institutions borrow and lend one-day (or "overnight") funds among themselves; the Bank sets a target level for that rate.

12. The adjusted yield spread is defined as the difference between the 90-day commercial paper rate and a 10-year government bond yield, adjusted for a measure of the term premium.

13. At the time, the use of the yield spread was justified on the grounds that it reflected the stance of policy better than short-term rates did and provided "a parsimonious way to capture the effects of the full term structure on aggregate spending" (Coletti et al. 1996).

the model's behaviour mimics as closely as possible the behaviour of the economy over some historical sample period. Specifically, the values for many of ToTEM's parameters were chosen such that the model's steady state exactly replicates key means in the data for the period 1980 to 2004. The values of the remaining parameters were chosen from estimates available in the existing literature or based on the model's ability to reproduce key properties of historical business cycles. Particular attention has been given to the model's ability to replicate certain temporal cross-correlations that appear to be robust in the historical data, and also to the model's theoretical impulse-response functions.

The time-series properties of certain key macro variables, most notably inflation, have changed markedly since the beginning of the 1990s (see Longworth 2002 for an extensive review). While exact dates are somewhat uncertain, both the volatility and persistence of inflation have declined markedly in the 1990s and 2000s relative to previous decades. In addition, the slope of the empirical Phillips curve has decreased, as has the extent to which exchange rate movements get passed through to the CPI. In other words, inflation is now less sensitive to excess demand and supply pressures as well as to movements in relative prices such as the exchange rate.

These changes in the properties of inflation are reflected in the behaviour of ToTEM. With respect to inflation persistence, for example, it takes seven quarters, on average, for inflation to return to the target following a shock in ToTEM when faced with the typical macroeconomic shocks observed over the 1980 to 2004 period, compared with about 10 quarters in QPM.[14] Moreover, when the shocks are drawn from the less-volatile 1991 to 2005 period, the average time declines to six quarters (Cayen, Corbett, and Perrier, forthcoming).[15]

An important consequence of a reduction in the persistence of structural inflation is that monetary policy need not look as far into the future when setting policy since, all else being equal, the maximum impact on inflation of monetary policy actions arrives sooner. This implication is also reflected in the calibration of ToTEM's optimized monetary policy rule: when specified in terms of year-over-year inflation, the policy feedback horizon is one year, which is again, about half of the six to eight quarters assumed in QPM.

Exchange rate pass-through, defined as the per cent change in the core consumer price level at a particular time horizon stemming from an initial one per cent exchange rate movement of average persistence, is markedly lower in ToTEM than in QPM after two years and beyond. At a one-year horizon, both QPM and ToTEM predict pass-through of about 0.05 per cent. After two years, however, QPM predicts that this number should rise to 0.18 per cent, about double that predicted by ToTEM, and the difference continues to grow with the time horizon.

A qualitatively similar result obtains for differences in the influence of excess demand (or supply) on inflation across the two models. In general, a shock to domestic demand causes inflation to rise by less, and the peak response occurs sooner and diminishes faster in ToTEM than in QPM.

Model Properties: A Few Illustrative Shocks

In this section, the implications of three exogenous shocks are analyzed using ToTEM to demonstrate the model's most important properties. The shocks selected are: (1) a temporary shock to households' desired level of consumption, (2) a temporary country risk premium or exchange rate shock, and (3) a temporary shock to the world price of commodities. Collectively, these shocks illustrate the main channels or propagation mechanisms in the model. In addition, they represent shocks frequently faced by the staff during the quarterly projection exercise. For the sake of brevity, we provide a description of the aggregate implications only for the consumption and exchange rate shocks, while providing somewhat more detail at the sectoral level for the commodity-price shock.

Consumption shock

This first shock shows the effects in ToTEM of an exogenously driven increase in domestic demand, in this case a temporary reduction in households' desired savings that causes consumption to increase by about 1.25 per cent at the end of the first year of the shock.

14. For a recent discussion of the appropriate inflation-target horizon in Canada, see Coletti, Selody, and Wilkins (2006).

15. It is important to note here that in measuring the time it takes for inflation to return to target over the 1991 to 2005 sample, we use an absolute criterion (inflation within 0.05 percentage points of the target, or between 1.95 and 2.05 per cent). As a result, the reduction in the time taken for inflation to return to the target, as defined here, reflects the reduction in the volatility, as well as the persistence, of inflation noted in the text above.

The responses of the key macroeconomic variables of interest are presented in Chart 1.[16] Two high-level features of the results are worth noting at the outset. First, there are no steady-state real effects on either stocks or flows from the shock because it is assumed to be temporary. Second, inflation responds very little to the shock and quickly returns to the baseline path.

Turning to some of the details of the simulation results and beginning with the composition of domestic demand, we first note that ToTEM's multiple-products structure affects the results. Real interest rates rise immediately following the increase in consumption, leading to a real appreciation of the currency and a decline in the relative price of investment, given that investment goods have a high import concentration in Canada. The relative price of investment declines sufficiently to generate a small increase in demand for capital goods. A peak increase of just over 0.1 per cent occurs in the middle of the second year of the simulation.[17]

The initial impact of the temporary consumption shock is an increase in real GDP of almost 0.5 per cent by the end of the first year, after which output gradually returns to control. The combination of stronger demand for consumption goods, which requires imports as factor inputs, and a 0.6 per cent real appreciation of the currency generates a 0.7 per cent increase in import demand, while exports fall by about 0.5 per cent. Thus, while GDP increases following a shock to domestic demand, the trade balance also worsens, suggesting that some of the extra consumption is borrowed from abroad.

It is also instructive to examine the supply response in the model in more detail. In ToTEM, firms meet an unexpected increase in demand for consumption goods in the short run through an increase in the use of variable inputs: labour, capital services, commodities, and imports. While the firm chooses the input combination so as to minimize its costs, no combination exists that will allow it to increase production without increasing its marginal cost, even if the prices of factor inputs remain unchanged. As a result of higher costs, all firms supplying more output would like to charge a higher price in order to maintain their profit margins. Only a subset, however, can change their price when the shock hits, so in aggregate, prices will rise by less than marginal cost and the average markup in the consumption-goods sector declines.

ToTEM predicts that a 0.4 per cent increase in real marginal cost will cause year-over-year core CPI inflation to rise 0.17 percentage points above target at the end of year one. So how does monetary policy ensure a quick return of inflation to the target in ToTEM? First, note that the increase in expected inflation causes a modest tightening (12 basis points at its peak) by the monetary authority. The tightening phase lasts about 2.5 years, however, and in ToTEM, the duration of the interest rate increase is as important as the size. Thus, monetary policy commits to a sustained, albeit modest, period of tighter policy that causes the expected future real interest rate to rise. Higher real interest rates reduce consumers' incentive to indulge in present consumption and firms' incentive to invest. At the same time, higher rates cause a real appreciation of the currency that facilitates a substitution away from domestic factor inputs towards imported inputs. The exchange rate appreciation also increases the price of Canadian exports abroad, thereby reducing export activity and further reducing excess demand pressures. All of these effects combine to help restore aggregate demand at its long-run, sustainable level, while at the same time returning inflation to its targeted level.

In ToTEM, the duration of the interest rate increase is as important as the size.

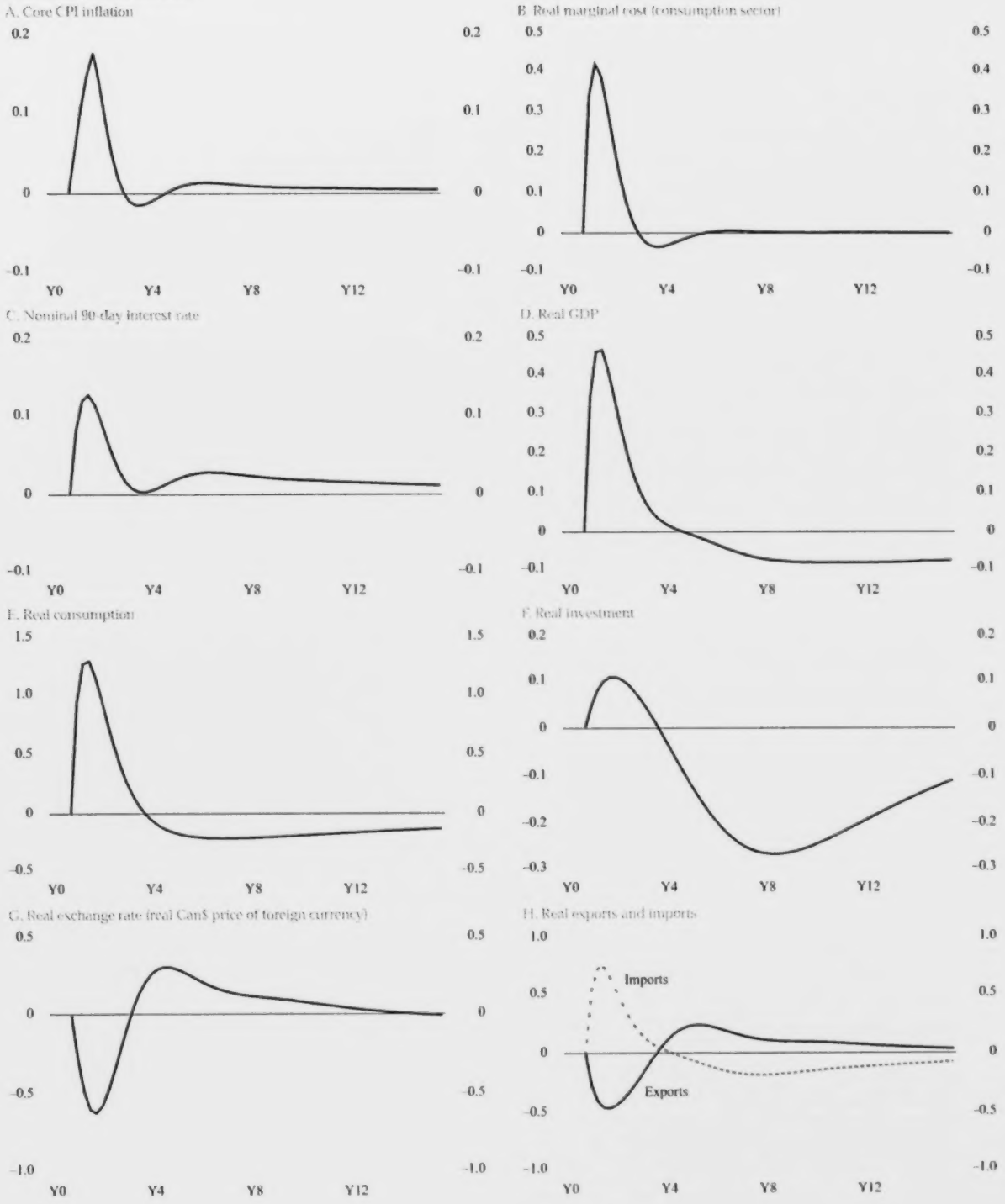
As with any model that accounts for stocks, in ToTEM, there is a price to be paid by consumers for their temporary spending binge. In this case, the increase in consumption is partially financed through a deterioration of the net foreign asset (NFA) position. However, because of the assumption that the desired NFA level remains unchanged in the shock, a period of dissavings must be matched by a period of increased savings which, in ToTEM, is reflected by a sustained period of consumption that is slightly below steady state (starting in year four).

16. The charts show the per cent deviations (relative to a baseline simulation with no shock) for all variables except interest rates and inflation rates, which are expressed in percentage points. Owing to the fact that simulations are done with a linearized version of ToTEM, the starting point (or baseline) does not affect the simulation results. Furthermore, the response of the model is linear in the magnitude of the shock.

17. This contrasts with the typical result found with one-good DSGE models, i.e., that consumption and investment move in opposite directions.

Chart 1

Consumption Shock



Exchange rate shock

This second shock shows the effects in ToTEM of an exogenous shock to the country-specific risk premium, which has the effect of depreciating the currency by about 6 per cent by the end of the first year. In Bank of Canada parlance, this may be regarded as a Type Two exchange rate movement, in that it does not reflect the endogenous adjustment of the exchange rate to another shock or economic development that has direct implications itself for the demand for Canadian goods and services, but considers the exchange rate depreciation itself the shock.[18]

The responses of the key macroeconomic variables of interest are presented in Chart 2. The solid lines capture the response of the baseline calibration of ToTEM, which assumes a net steady-state markup of prices over marginal cost of 5 per cent. The broken lines illustrate the model's response to the same shock, assuming a markup of 2 per cent, which corresponds to a higher level of competition in the goods market (goods become more substitutable). For the moment, we will focus on the behaviour of the baseline model calibration.

Again, some high-level results are worth noting at the outset. As with the temporary consumption shock, there are no steady-state real effects on either stocks or flows from the shock because it is temporary. However, the effects of this shock on inflation are somewhat longer-lived than in the first shock, given that, in ToTEM, a depreciation of the exchange rate feeds into import prices and marginal cost only gradually, whereas a shock to demand affects marginal cost immediately.

Specifically, a depreciation of the exchange rate in ToTEM causes an increase in the Canadian-dollar price of imported intermediate goods, investment goods, and commodities—all inputs to the production of finished products. A depreciation of the exchange rate therefore triggers an inward shift of the supply curve in the goods market.

Exporters of manufactured goods are affected by both the supply and demand dimensions of the shock. The price of their inputs increases, but demand for the output also increases. On net, the depreciation causes manufactured and commodity exports to rise by a combined 2 per cent, while consumption declines by as much as 0.35 per cent.

Unlike in QPM, imports also increase in ToTEM (by about 0.5 per cent) immediately following a depreciation of the exchange rate. This difference emerges because, in ToTEM, the negative substitution effect (due to higher prices paid for imported intermediate inputs) is weaker than the income effect (higher demand for all inputs as aggregate demand increases). On net, real GDP increases by almost 0.4 per cent towards the end of the second year of the simulation, and returns to its control level after about four years.

Higher prices for import, investment, and commodity inputs to production eventually cause core CPI inflation to rise (peaking at 0.3 percentage points in year two of the shock) as producers of consumer products partially pass on their cost increases in the form of higher retail prices, which triggers the monetary authority to tighten policy by almost 50 basis points in the second year.

The experimental modification of the assumed degree of competition in the finished-products sector is interesting in that it demonstrates the breadth of analysis that can be carried out with more structural models such as ToTEM, whose parameters all have explicit economic interpretations.

All else being equal, when markets are very competitive, demand, and therefore marginal cost, will be very sensitive to a firm's relative price in ToTEM. This means that high competition should cause less relative-price variation and therefore at the aggregate level, inflation should be less sensitive to movements in economy-wide real marginal cost. The same nominal exchange rate shock now causes core CPI inflation to peak at about 0.17 percentage points above control, about half of its baseline-calibration response (broken line, Chart 2A). As a result of the weaker inflation response, monetary policy is not required to tighten by as much and, thus, output peaks at just over 0.8 per cent above control, more than double its baseline response.

Commodity-price shock

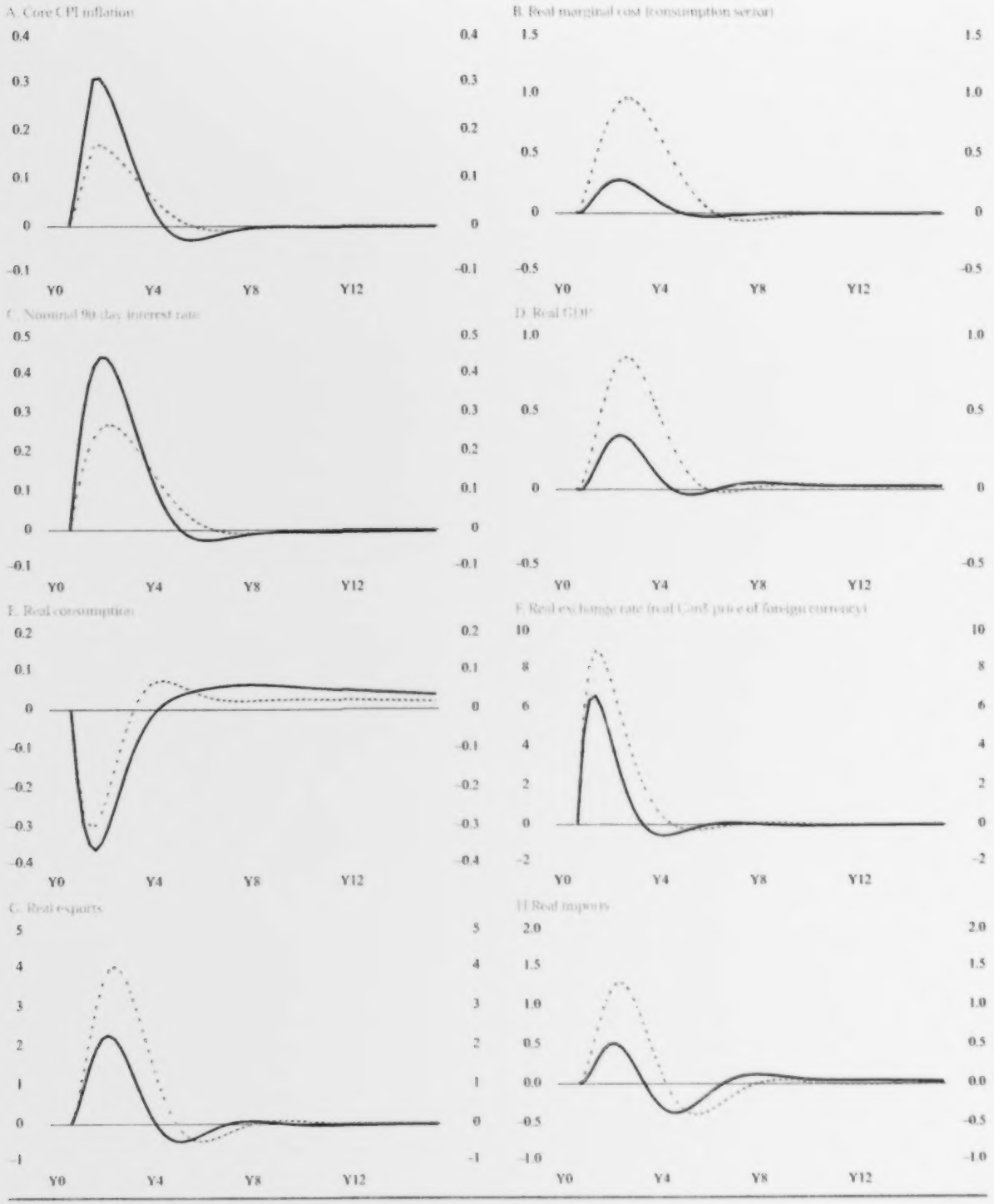
The third shock shows the effects in ToTEM of a temporary 10 per cent increase in the world price of commodities stemming from a supply disruption that arises in other commodity-producing countries but leaves Canada's commodity supply unchanged. It is assumed that the shock affects the price of all commodities—energy and non-energy—the same. We also assume that this negative supply shock temporarily lowers rest-of-world GDP, which reduces the demand for Canadian manufactured exports.

18. See Ragan (2005) for a discussion of Type One versus Type Two exchange rate movements.

Chart 2

Exchange Rate Shock

baseline calibration (5% steady-state markup)
high competition scenario (2 % steady-state markup)



Perhaps the most striking feature of the results is just how important commodity prices are for the Canadian economy and how long lasting the effects of even a temporary change in commodity prices (roughly three years) can be (Chart 3). One of the most noteworthy effects of the increase in commodity prices is the sustained increase in consumption (about 0.4 per cent for the first five years), which lasts about 20 years. This effect captures the response of households to the increase in their wealth, which is evidenced by an immediate increase in their net foreign asset (NFA) holdings. Furthermore, since we assume an unchanged desired NFA position, even stronger consumption is required to gradually restore the former NFA level.

Also noteworthy is the 2.5 per cent appreciation of the real exchange rate that builds over the first year and then persists for several years to come.[19] This real appreciation is generated endogenously by the model in order to encourage higher imports, which are needed first to stabilize the NFA position and ultimately to restore it to its pre-shock level. The appreciation eventually leads to a fall in the price of import-intensive investment, thereby boosting investment spending by as much as 0.7 per cent in year five.

On the trade side, commodity exports essentially form the residual between commodity production and demand for commodities in Canada. For a temporary shock such as this, the positive supply response by commodity producers is quite small.[20] Owing to the price increase, however, there is some substitution away from commodities by firms and consumers, and so commodity exports rise about 1.4 per cent. Manufactured exports, in contrast, fall by 1.2 per cent at the end of year two in response to the appreciation of the exchange rate and the reduction in demand in the rest of the world. Finally, imports flourish (0.5 per cent in year five), owing to both an immediate and strong income effect and a strong substitution effect that builds gradually as lower import prices at the border are passed through to manufacturing firms.

In the labour market, higher overall demand in the economy causes firms to increase their demand for labour input, measured in ToTEM as hours worked. This increase in hours, combined with stronger consumption spending, leads households to raise their desired real wage. However, since only a small subset of households can actually renegotiate their wage at the outset of the shock (recall that wage contracts are staggered and last about six quarters, on average, in ToTEM), the aggregate real consumer wage initially falls by as much as 0.2 per cent, which, from the representative firm's point of view, helps to stem the rise in real marginal cost.[21] Only after about three years does the real wage rise above control.

Turning to the nominal side of the economy, core CPI inflation initially rises by as much as 0.1 per cent (0.2 per cent for CPI inflation) and then falls below control in year three. The behaviour of inflation can be explained by the impact of commodity and import prices on real marginal cost in the consumption sector. Initially, the large increase in commodity prices, combined with an overall reduction in productivity, causes marginal cost to rise. However, as commodity prices return to control and the appreciation of the exchange rate begins to show up in the price paid by manufacturing firms for imports, real marginal cost falls below control.

Over the medium term, real GDP remains above control while inflation has returned to target. This arises from the increase in capital stock from higher investment activity in preceding years. Thus, a persistent rise in the terms of trade in ToTEM generates a small, but sustained, increase in potential output. Were the commodity-price shock permanent, potential output would rise permanently by about 0.5 per cent.

Conclusion

The decision to develop a new model was intended to return the staff's projection and policy-analysis model to its state-of-the-art status. The goal was to build a model in the spirit of QPM, but one that is more structural, with multiple goods that will handle a wider array of shocks, with less need for judgmental intervention.

While ToTEM is a significant accomplishment, it should be stressed that all economic models are simplified representations of a complex reality. How good a representation they are depends on the state of knowledge and technology in the economics discipline at the time they are built. Indeed, our intended approach is to make continuous improvements to

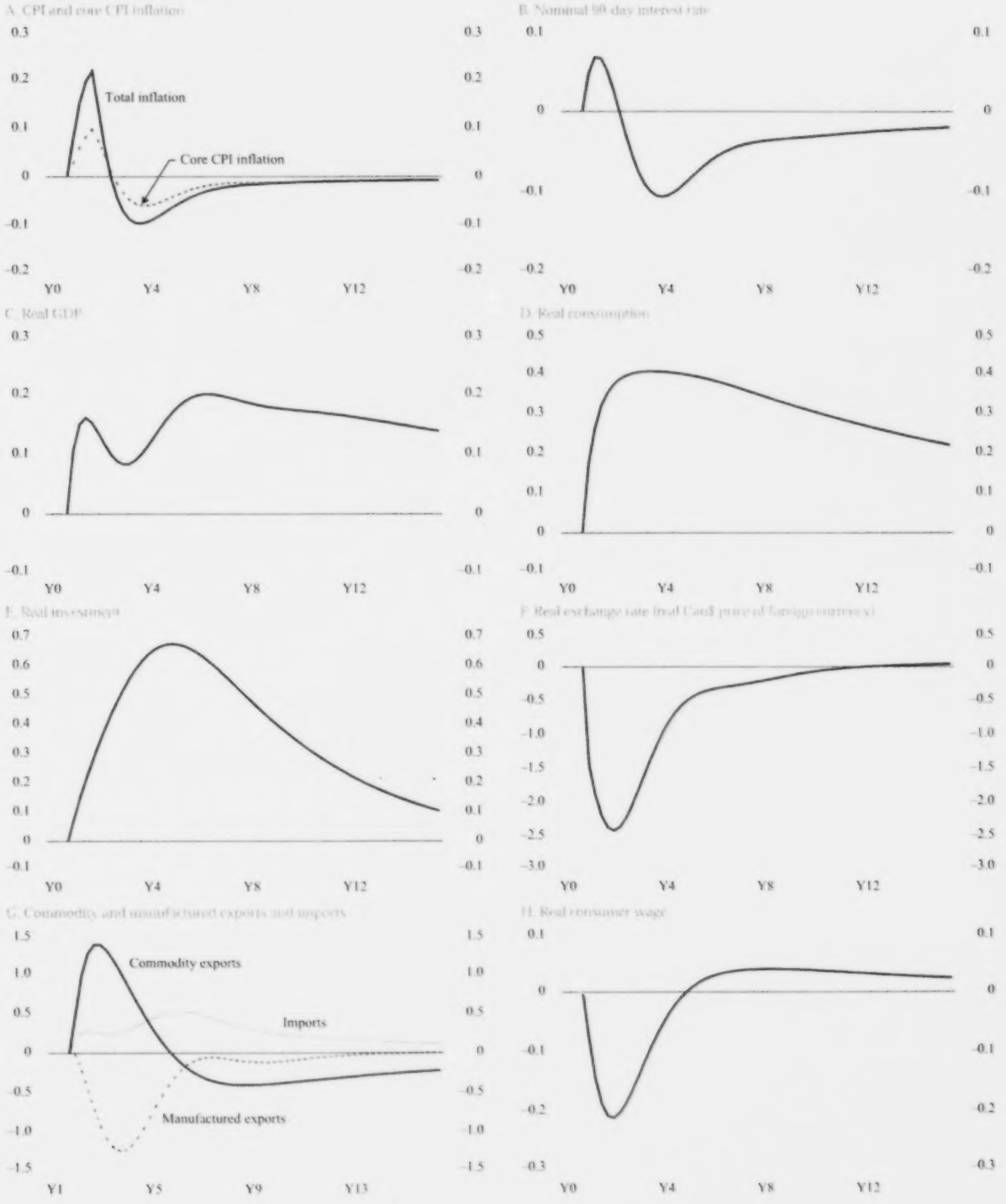
19. If the increase in commodity prices were permanent, the real exchange rate appreciation would be more than twice as large, consistent with the cointegration evidence for Canada (see Amano and van Norden 1995).

20. The supply response by commodity producers depends critically on the persistence of the commodity-price increase. A permanent increase would generate a significantly larger positive supply response.

21. In a world with flexible wages, the real wage would immediately rise, putting more upward pressure on real marginal cost and reducing the overall GDP expansion. Thus, in a model like ToTEM, the elasticity of real activity with respect to commodity prices is closely linked to the degree of nominal flexibility in the labour market.

Chart 3

Commodity-Price Shock



ToTEM as new technologies and knowledge become available. In the near term, we intend to concentrate our efforts on improving two aspects of the model: its empirical properties and its supply side, particularly in the commodities sector.

Our intended approach is to make continuous improvements to ToTEM as new technologies and knowledge become available.

With respect to the empirical properties, our plan is to formally estimate the model parameters directly, although it may be necessary for a time to use calibration techniques for some parameters. In general, the benefits of estimation over informal calibration techniques are twofold. First, estimation should help the model make more accurate forecasts. Second, it would yield a measure of the uncertainty associated with the parameter estimates that could be used to assess risks to the projection, to construct confidence intervals, and to aid in the design of more robust monetary policy rules.

With respect to the supply side of the model, each type of firm currently combines capital services, labour, commodities, and imports to produce a finished good. In the current version of ToTEM, only the relative import content distinguishes these goods; future versions, however, will allow for differences in the relative intensities of all factor inputs to reflect that capital goods and commodities are more capital intensive than consumer products and that government spending may be more labour intensive. Work is also planned to better capture adjustment costs in the production process and to make an explicit distinction between energy and non-energy commodities.

Finally, in the medium term, the staff plans to revisit the manner in which expectations are formed in ToTEM. While appropriate in most cases, purely rational expectations can be unrealistic under certain circumstances, particularly when unusual shocks that are not well understood by private agents hit the economy. Future versions of ToTEM will offer greater flexibility in the treatment of expectations. In addition, work is currently underway at the Bank to introduce a financial sector into a small DSGE model (see the article, "Modelling Financial Channels for Monetary Policy Analysis," in this issue). Once completed, the staff plans to examine carefully the potential benefits of introducing such a sector in ToTEM.

Literature Cited

Amano, R. and S. van Norden. 1995. "Terms of Trade and Real Exchange Rates: The Canadian Evidence." *Journal of International Money and Finance* 14 (1): 83–104.

Amirault, D., C. Kwan, and G. Wilkinson. 2006. "Survey of Price-Setting Behaviour of Canadian Companies." Bank of Canada Working Paper No. 2006-35.

Black, R., D. Laxton, D. Rose, and R. Tetlow. 1994. *The Steady-State Model: SSQPM. The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 1.* Technical Report No. 72. Ottawa: Bank of Canada.

Cayen, J.-P., A. Corbett, and P. Perrier. Forthcoming. "An Optimized Monetary Policy Rule for ToTEM." Bank of Canada Working Paper.

Coletti, D., J. Selody, and C. Wilkins. 2006. "Another Look at the Inflation-Target Horizon." *Bank of Canada Review* (Summer): 31–37.

Coletti, D. and S. Murchison. 2002. "Models in Policy-Making." *Bank of Canada Review* (Summer): 19–26.

Coletti, D., B. Hunt, D. Rose, and R. Tetlow. 1996. *The Dynamic Model: QPM, The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 3.* Technical Report No. 75. Ottawa: Bank of Canada.

Duguay P. and D. Longworth. 1998. "Macroeconomic Models and Policy Making at the Bank of Canada." *Economic Modelling* 15: 357–75.

Longworth, D. 2002. "Inflation and the Macroeconomy: Changes from the 1980s to the 1990s." *Bank of Canada Review* (Spring): 3–18.

Macklem, T. 1993. "Terms-of-Trade Disturbances and Fiscal Policy in a Small Open Economy." *Economic Journal* 103: 916–36.

———. 2002. "Information and Analysis for Monetary Policy: Coming to a Decision." *Bank of Canada Review* (Summer): 11–18.

Moran, K. 2000. "Dynamic General-Equilibrium Models and Why the Bank of Canada Is Interested in Them." *Bank of Canada Review* (Winter): 3–12.

Murchison, S. and A. Rennison. 2006. "ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model." Bank of Canada Technical Report No. 97. Ottawa: Bank of Canada.

Ragan, C. 2005. "The Exchange Rate and Canadian Inflation Targeting." *Bank of Canada Review* (Autumn): 41–50.

MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy

Marc-André Gosselin, René Lalonde, and Nicolas Parent, International Department

- *Canada has a very open economy which is broadly integrated into the global economy. Accordingly, the Bank of Canada has developed several models to analyze and forecast economic developments in the rest of the world.*
- *Given the importance of Canada's economic relationship with the United States, the Bank of Canada places considerable importance on generating internal forecasts of U.S. economic activity as an input to the Canadian projection.*
- *Over the past couple of years, Bank of Canada staff have been using a new macroeconometric model, MUSE, to analyze and forecast developments in the U.S. economy. The model is a system of equations that describe the interactions among the principal U.S. macroeconomic variables, including gross domestic product, inflation, interest rates, and the exchange rate. At the same time, a smaller forecasting model for Europe, NEUQ (New European Union Quarterly Model) has been introduced.*
- *Although the main goal of MUSE and NEUQ is to provide forecasts of foreign economic variables as inputs to the Canadian projection, these models can also be used independently to address other issues, such as understanding the responses of foreign economies to different shocks. It is hoped that these models will result in a better-informed perspective on current and future external economic developments.*

The analysis and forecasting of economic developments in the rest of the world plays a critical role in the formulation of Canadian monetary policy. In particular, the Bank of Canada places considerable importance on generating internal forecasts of U.S. economic activity as an input to the Canadian projection (Macklem 2002). This focus stems from the close real and financial linkages between the Canadian and U.S. economies. Although different generations of Canadian economic models used at the Bank have undergone significant changes in terms of theoretical underpinnings or macroeconomic structure, they have always relied on other models or sources of information for estimates of external economic activity.

Over the past couple of years, Bank staff have been using a new macroeconometric model, MUSE (Model of the U.S. Economy), to analyze and forecast developments in the U.S. economy.[1] The model is a system of equations that describe the interactions among the principal U.S. macroeconomic variables, such as gross domestic product (GDP), inflation, interest rates, and the exchange rate. MUSE contains more than 30 behavioural equations, most of which are estimated. At the same time, a smaller forecasting model for Europe, NEUQ (New European Union Quarterly Model) has been introduced. In addition, to improve our understanding of global economic issues and to complement other Bank models, the staff are currently developing BoC-GEM (Bank of Canada Global Economy Model), an adaptation of GEM, the multi-country dynamic stochastic general-equilibrium model built at the International Monetary Fund. While this article mainly focuses on MUSE, brief descriptions

1. MUSE has been developed at the Bank. A detailed discussion of the specification of the model can be found in Gosselin and Lalonde (2005).

of the specifications and purpose of NEUQ (Box 1) and BoC-GEM (Box 2) are also included.

Importance of International Projections

There is a conceptual difference between the Bank staff's projection for Canada and those for the rest of the world. The Canadian projection is the staff's assessment of the most likely path for the economy. It includes a recommendation to the Bank's Governing Council on the optimal profile for the overnight interest rate that will return inflation to the 2 per cent midpoint of the inflation-control target range. In contrast, the primary role of the international projection is not to provide specific recommendations for monetary policy, but to forecast external economic activity and inflation, together with the probable interest rate response by foreign monetary authorities. The models involved in this process are therefore not as oriented towards policy analysis as is the Canadian model.

Although the main goal of MUSE and NEUQ is to provide forecasts of foreign economic variables as inputs to the Canadian projection, these models can also be used independently to address other issues of interest, including understanding the responses of foreign economies to different shocks.

Although the main goal of MUSE and NEUQ is to provide forecasts of foreign economic variables as inputs to the Canadian projection, these models can also be used independently to address other issues of interest, including understanding the responses of foreign economies to different shocks (e.g., oil-price shocks, productivity shocks, and fiscal policy shocks). Such analysis can also be useful for comparison with the Canadian economy.

Basic Structure of MUSE

Long-term planning and the presence of costs in adjusting economic activities both play a key role in MUSE. Thus, the specification of most behavioural equations relies on the polynomial adjustment-cost (PAC) approach, which is widely used in the Federal Reserve Board's FRB/US model (Brayton et al. 1997). In PAC models, households and firms make informed decisions based on expectations about future circumstances, and these decisions rest on forecasts of desired goals that would be selected in the absence of adjustment costs. While firms and households modelled under the PAC approach behave optimally, planning lags, contractual requirements, and other frictions prevent them from moving immediately towards the desired level. Decisions subject to higher adjustment costs require longer planning horizons.

PAC models stand halfway between general-equilibrium models, in which the dynamics are entirely explained by theory, and reduced-form models, which are based solely on data.

The PAC specification is akin to an error-correction model. It contains two equations: one for the desired level (often based on a cointegrating relationship) and one for the dynamic path of the variable under consideration (in growth rates). The dynamic behaviour of the variable of interest is determined by the lagged gap between the actual and desired values of the variable, the lagged values of the dependent variable, and expected future changes in the desired level of the variable.[2] By using a very general description of adjustment costs, these models are able to closely match the persistence in the historical time-series data. As a result, they stand halfway between general-equilibrium models, in which the dynamics are entirely explained by theory, and reduced-form models, which are based solely on data.

The stock-flow equilibrium is fully described in MUSE. In steady state, the model defines specific equilibrium values for all stocks. For instance, the equilibrium ratio of business capital to output is determined by firms' financing costs and asset-specific depreciation rates and relative prices. The tax rate adjusts to meet a target

2. The number of lags of the dependent variable depends on a very general description of the order of adjustment costs. In PAC models, it can be costly to adjust the variable of interest in terms of level, change, rate of acceleration, and so on (Tinsley 1993).

level of government debt in the steady state. The model also converges to a constant ratio of net foreign assets to GDP. Finally, households' human wealth in equilibrium is influenced by personal income, taxes, and government transfers.

Nominal dynamics in MUSE are determined by a short-run Phillips curve that describes the positive relation between inflation and the output gap. Thus, the difference between actual and potential output is a key driver of inflation in the model. In addition, inflation is determined in the context of forward-looking rational expectations, and the persistence in the inflation process is explained by adjustment costs. Monetary policy is modelled according to a simple forward-looking rule. The central bank reacts with the objective of closing both the current output gap and the expected gap between actual inflation and an implicit inflation target. The other key adjustment mechanism in the model is the real exchange rate, which reacts to interest rate differentials and the current account balance so as to restore the target position for net foreign assets.

Box 1: The NEUQ Model*

The euro area and the United Kingdom (U.K.) combined account for approximately 5 per cent of Canadian exports and 11 per cent of Canadian imports and represent Canada's second most important trading partner after the United States. Although total Canadian trade and financial linkages with the two economies are smaller than those with the United States (U.S.), they are magnified by the indirect effect that the euro area and the United Kingdom have on the U.S. economy and on world commodity prices.[1] To account for these direct and indirect effects on the Canadian economy, projections of key macroeconomic variables for the euro area and the United Kingdom are used as inputs into MUSE, ToTEM, and the Bank of Canada internal projection for commodity prices.

In March 2005, the Bank of Canada incorporated NEUQ, its New European Union Quarterly projection model, into the projection process (see Piretti and St-Arnaud 2006 for details). NEUQ is a small estimated reduced-form model built using the same "conventional"—or Phillips curve—paradigm as MUSE, but at a higher level of aggregation. NEUQ is primarily designed as a tool to project the future path of real output, inflation, and the policy rate for the euro area and U.K. economies.

The NEUQ model consists of two country blocs (one for the euro area and one for the United Kingdom), which are endogenous to each other via the foreign demand channel. Each country bloc features three behavioural equations. Aggregate demand, the first equation, relates real output to the interest rate, the real effective exchange rate, and foreign activity (U.K., U.S. and Asian demand for the euro area, and euro area, U.S. and Asian demand for the United Kingdom). Aggregate supply, the second equation, is modelled using a forward-looking Phillips curve where inflation is determined by the output gap, the real effective exchange rate, and the real price of oil. As in MUSE, inflation dynamics are modelled using the PAC (polynomial adjustment-cost) approach to account for expected inflation and some persistence in the adjustment process of inflation.[2] The model is closed by a third endogenous equation, an estimated forward-looking interest rate rule for monetary policy. It relates the nominal short-term interest rate to the deviation of forecast inflation from the monetary authority's inflation target, and to the deviation of real output from potential output. As in MUSE, each dynamic equation has a steady state to which the model converges in the long run.

The NEUQ model delivers reasonably accurate projections of key U.K. and euro area macro variables at a variety of horizons and also provides a useful tool for policy analysis. An interesting feature of the model is that the simulation results suggest that output and inflation exhibit a greater degree of persistence to shocks in the euro area than in the United Kingdom.

* This box was written by Denise Côté.

1. The euro area and the United Kingdom account for around 20 per cent of U.S. exports and 17 per cent of U.S. imports, and represent the second-largest U.S. trading partner after Canada (International Monetary Fund 2006).

2. As part of the aggregate supply side, potential outputs for the U.K. and euro area economies are estimated by means of a Hodrick-Prescott filter, conditioned by an equilibrium path generated by a structural vector autoregression (St-Arnaud 2004).

Real GDP

In MUSE, U.S. real GDP is decomposed into household spending, business investment, government spending, and international trade. Hence, MUSE can be used to analyze the impact of a wide variety of shocks on the U.S. economy.

In MUSE, U.S. real GDP is decomposed into household spending, business investment, government spending, and international trade.

Household spending

Household spending is modelled in MUSE as the sum of total consumption and residential investment. According to the permanent-income hypothesis, a household's consumption in any given period depends on its permanent income, defined as the current value of household wealth (human and non-human). In this context, consumption changes when agents modify their expectations of future income, or when agents make expectational errors. Most economists, however, reject the pure permanent-income hypothesis, arguing that the existence of credit-constrained households limits its applicability and that households could also choose to save for precautionary reasons. In both cases, consumption may be more closely related to current than to permanent income.

On this basis, the desired level of household purchases in MUSE is consistent with the permanent-income hypothesis, but deviations from the hypothesis are allowed along the dynamic path (Gosselin and Lalonde 2003). The desired level of household spending is a function of real interest rates, expected future disposable labour income (human wealth), and stocks of real estate and financial wealth.[3] In addition to the standard determinants from the dynamic PAC specification, short-run movements in household spending are influenced by current disposable income. The percentage of households that are credit constrained is 27 per cent; 73 per cent are forward looking, and their behaviour is represented by the permanent-income hypothesis. Consequently, the spending patterns of households adjust relatively sluggishly to differences between actual expenditures and their desired level. To account for credit-constrained consumers, a negative effect of higher oil prices is also included to proxy the impact of this variable on disposable income.

Business investment

In MUSE, firms can invest in three types of capital goods: non-residential structures, high-tech equipment, and other equipment excluding high-tech. Modelling business investment using these different categories of expenditure allows for substitution and complementarity effects among the three types of capital. The user cost of capital and the level of output are the key determinants of long-run movements in desired capital stocks.[4] Desired investment flows are derived from the desired capital stocks. As can be imagined, reaching the desired investment levels entails significant adjustment costs, which can derive from such diverse sources as information gathering, plant or product design, testing, and regulatory approval. The dynamic path of investment is specified in terms of the PAC structure. In some cases, output growth is also included in order to capture cash-flow effects for some subset of financially constrained firms. In all cases, investment exhibits substantial inertia to movements in output or user costs.

The trend of labour input and total factor productivity, which are based on exogenous assumptions, combined with the forecasted capital stock, feed into a Cobb-Douglas production function to generate a projection for potential output.[5]

Government spending

Several channels through which the government sector affects the economy are modelled in MUSE. Aside from government consumption and investment, which feed directly into GDP, taxes and transfers partly determine personal disposable income. Government debt influences consumption through its effect on

3. Real estate wealth is a function of the stock of residential capital and of house prices. The main determinant of residential investment flows and house prices is the real mortgage rate. Financial wealth is anchored on businesses' capital stock, government debt, and net foreign assets.

4. The user cost of capital depends on the relative prices of investment goods, interest rates, and depreciation rates.

5. Over the historical period, potential output is measured using the eclectic approach, which consists of Hodrick-Prescott filters to which an equilibrium path generated by a structural vector autoregression is added as information conditioning the filters. We use this approach to estimate the two components of potential GDP: the full-employment labour input and trend labour productivity. The full-employment labour input is a function of the population, the equilibrium participation rate, the equilibrium unemployment rate, and the equilibrium hours worked (Gosselin and Lalonde 2006).

household financial wealth. It also influences the risk premium on Treasury bonds, which affects the cost of capital for businesses and mortgage rates. Total government expenditures (including transfers) are a function of the output gap, which reflects the operation of automatic stabilizers. The greater the recession or degree of excess supply, the higher are government expenditures in the form of transfers to the household sector.

There is a fiscal policy rule in MUSE: the government adjusts revenues to achieve an exogenous debt target in the long run. Political constraints, budget deliberations, and implementation lags prevent the government from adjusting the tax rate to its desired level in the near term. Thus, the aggregate tax rate adjusts slowly to its target level.

International trade

MUSE is a one-good model: it does not differentiate between traded and non-traded goods. Desired export and import volumes are modelled similarly: both react to relative prices, and they react to foreign and domestic income, respectively. Adjustment costs can be important in the tradable goods sector. These costs reflect costs of changing suppliers or markets, such as costs owing to a lack of familiarity with the commercial practices of foreign markets, commercial policies (e.g., taxes and tariffs), or other border effects. Given such costs, profit-maximizing firms must be forward looking in their behaviour, anticipating domestic and foreign growth in order to reduce the costs of sudden shifts in demand (Gagnon 1989). Such frictions justify using the PAC approach to model dynamic movements in trade volumes and relative prices.

In MUSE, the desired level of real imports is a function of private domestic demand, openness to global trade, and the relative price of imports.[6] The desired level of real exports is also determined by the standard paradigm of income and relative prices, augmented by a proxy for globalization. In the dynamic PAC specification of imports, the change in the output gap is added to account for the fact that the short-run income elasticity of imports is much higher than its long-run value (Hooper, Johnson, and Marquez 2000). For the same reason, the foreign output gap is included in the

6. Openness to trade is proxied by the volume of trade between the countries that belong to the Organisation for Economic Co-operation and Development. For more details, see Gosselin and Lalonde (2004).

Box 2: BoC-GEM

Economists at the Bank of Canada are currently adapting GEM (the Global Economy Model), developed by the International Monetary Fund, to the Bank's needs.

In this version of GEM, the BoC-GEM, the global economy is divided into five countries or country groups: Canada, the United States, emerging Asian countries that import raw materials (primarily China and India), commodity-exporting countries (including members of the Organization of Petroleum-Exporting Countries), and the rest of the world (notably Europe and Japan). Owing to the size of the natural resource sector in Canada, this version of GEM incorporates, in addition to the tradable and non-tradable goods sectors, the oil and gas sector, as well as other commodities.

BoC-GEM is a dynamic general-equilibrium (DGE) model. Its theoretical and microeconomic foundations are therefore highly developed and are modelled on the principles of supply and demand. The model's parameters were calibrated using data and microeconomic studies or by drawing on other DGE models. Overall, the properties of BoC-GEM are compatible with those of estimated or partially estimated models.

Because of its complexity and specific characteristics, BoC-GEM is complementary to the MUSE, NEUQ, and ToTEM models. It will be used primarily for studying issues that require a global perspective, such as global imbalances, causes and effects of the rise in oil prices observed in recent years, and the impact of open markets on competitiveness and price levels. The model will also be used in the context of the international projection to guide the staff's judgment on monetary policy issues that require an integrated global perspective. Finally, BoC-GEM can help Bank staff to ensure that economic forecasts generated using MUSE, NEUQ, and ToTEM form a consistent whole.

dynamic exports equation. The desired levels of the relative prices of imports and of exports are a function of the real exchange rate, the relative price of oil, and a downward deterministic trend that captures the higher productivity in the traded-goods sector relative to the non-traded-goods sector. Import prices play an important role in MUSE, since they help to determine import volumes and feed directly into the inflation process.

U.S.-Dollar Real Effective Exchange Rate

As mentioned earlier, in the steady state, MUSE reaches a target ratio of net foreign assets to GDP. This convergence is facilitated by the adjustment of the real effective exchange rate. Given the steady-state version of the model, there is a unique value of the exchange rate such that the ratio of net foreign assets to GDP converges to its target level. Therefore, the real exchange rate generates the movements in the trade balance that are required to attain the target ratio for net foreign assets.

A partly calibrated error-correction equation governs exchange rate fluctuations. The key short-run determinants are the gap between the actual and equilibrium exchange rates and real interest rate differentials between the United States and its major trading partners. There is a dichotomy between the short-run and long-run behaviour of the exchange rate. For instance, following an increase in domestic demand, the exchange rate appreciates in the short run because of positive interest rate differentials, but then depreciates in order to generate a trade surplus consistent with a restoration of the target for net foreign assets.

Inflation

Inflation persistence due to sticky prices can be modelled in many ways, from menu costs to price-setting behaviour in the fashion of Calvo (1983) and Taylor (1980). More recent research focuses on New Keynesian Phillips curves or their variants. Hybrid specifications, such as that of Gali and Gertler (1999), can identify significant inflation persistence with the use of lagged values of inflation.

Instead of choosing one of these approaches, we do not take a rigid stance on the theory of inflation determination. Like Kozicki and Tinsley (2002), we use a more general PAC approach and let the data determine the persistence of inflation, rather than impose it by specification. This approach assumes rational economic agents that balance the cost of price adjustments against the costs of diverging from the desired price level. The costs associated with changing prices lead firms to smooth the inflation profile, generating persistence in the inflation process. In addition to the leads and lags of inflation that capture inflation expectations and adjustment costs, the inflation process in MUSE is driven by the current output gap and past movements in the relative price of imports.

In addition to the leads and lags of inflation that capture inflation expectations and adjustment costs, the inflation process in MUSE is driven by the current output gap and past movements in the relative price of imports.

Monetary Policy

A number of interest rates are modelled in MUSE and, in turn, influence various elements of the model. They are all anchored, in one way or another, to the U.S. federal funds rate.[7] The nominal federal funds rate in MUSE follows a Taylor (1993) rule. This type of monetary rule is a good description of the Federal Reserve's actions and is consistent with the monetary authority's dual mandate of maintaining low and stable inflation while supporting maximum sustainable employment. Based on the work of English, Nelson, and Sack (2002), the rule is specified in terms of the neutral rate, the future gap between inflation and the implicit inflation target, the current output gap, and a smoothing coefficient. The neutral rate is fixed at its steady-state value. This value is endogenous in MUSE: it is equal to the unique value of the real interest rate that makes aggregate demand equal to aggregate supply in the steady state.

Shock Analysis

Several relevant shocks can be used to illustrate the dynamic behaviour of MUSE. We simulate the impact

7. The other interest rates modelled in MUSE are the 10-year government bond rate, the 30-year mortgage rate, the corporate bond rate, and the interest rate on net foreign assets. Long-term rates depend on the expected future short rates plus a term premium that is a function of the ratio of government debt to GDP.

of three temporary shocks: a shock to demand, a shock to the federal funds rate, and an inflation shock. We also look at a permanent shock to total factor productivity.[8]

A temporary shock to private domestic demand

In this scenario, an increase in private domestic demand generates a positive output gap that lasts about two years. The opening of the output gap yields a small but persistent increase in inflation. In reaction to these two developments, the monetary authority raises the federal funds rate and engineers a small degree of excess supply to bring inflation back to the target. This rate increase feeds through the term structure and raises longer-term rates, thereby pushing household spending and investment back to the control scenario.[9] Investment is the slowest to return to equilibrium, since adjustment costs are higher for this component. Since fiscal policy is countercyclical, government transfers decrease following the shock. Lower transfers reduce personal disposable income flows and human wealth, which depresses household spending.

Real imports rise in the short run because part of the increase in demand is for imported goods and services. Since this scenario assumes no response in foreign variables, real exports fall in response to a short-term appreciation in the real exchange rate that results from higher domestic interest rates. The deterioration in the trade balance leads to a temporary worsening of the net foreign assets position, thereby requiring a depreciation of the real exchange rate in the medium run in order to return net foreign assets to the target position (Chart 1, page 27).

A temporary shock to the federal funds rate

This shock illustrates the various channels of the U.S. monetary policy transmission mechanism that are modelled in MUSE. In this simulation, the Federal Reserve raises the nominal federal funds rate by 100 basis points in the first period and maintains it above control for about six quarters, which reflects a preference for interest rate smoothing. Through the term structure of interest rates, the change in short-term interest rates affects all other interest rates in the model. Higher interest rates reduce both consumption and investment in the early years of the simulation. Again, investment is slower to return to control. The impact on consumption would be greater absent the fiscal response, which generates an increase in government transfers, lending support to disposable income.

Positive interest rate differentials generate an appreciation of the dollar, leading to lower exports in the short run. Imports fall as well because the short-run effect from the reduction in private income dominates the relative price effect. Higher interest rates raise the interest costs associated with net foreign assets. To compensate, MUSE must generate a depreciation of the dollar in the longer run to improve the trade balance and return net foreign assets to its target. The excess supply combined with the higher U.S. dollar has a negative impact on inflation (Chart 2, page 28).

An inflation shock

In this simulation, we look at the effects of higher inflation on the U.S. economy. The shock is relatively persistent, since inflation remains above the implicit target for about three years. This reflects the extent of the adjustment costs inherent in the inflation process. The Federal Reserve reacts quickly, but tightens policy by a relatively small amount. Two reasons explain this behaviour. The first is that more than half of the inflation shock dissipates after one quarter. The second explanation pertains to the Fed's dual mandate: the interest rate tightening is limited by the fact that it generates a negative output gap, which by itself would necessitate a monetary easing. Yet, the Fed creates the excess supply that is required to bring inflation back to the implicit target (Chart 3, page 29).

A permanent shock to total factor productivity

In this scenario, we simulate the effects of an unexpected permanent increase in the level of total factor productivity. This increase raises potential output immediately. The adjustment costs related to the components of demand are such that, initially, demand does not react as fast as supply. Therefore, the shock creates a short-lived but nevertheless significant excess supply, which leads to a temporarily lower inflation rate. The Fed responds by reducing interest rates, which speeds up the adjustment of demand. Household spending is positively affected by the permanent increase in human wealth, while investment flows rise in order to reach firms' equilibrium ratio of capital to output.

8. In all simulations, we assume that foreign output and foreign interest rates do not respond to shocks in the United States.

9. The control scenario refers to the variables' profile in the absence of shocks.

Owing to the negative output gap, government transfers increase significantly in the short run. Government expenditures rise by the same amount as output in the long run, which restores the steady-state size of the government sector. Imports rise permanently, in line with the permanent increase in private domestic demand. The increase in imports in the longer run deteriorates net foreign assets such that, in order to bring net foreign assets back to its target, a permanent depreciation of the exchange rate is needed. This depreciation raises real exports in the steady state and dampens the increase in real imports (Chart 4, page 30). MUSE generates a completely different response in the context of an expected productivity shock. For instance, an increase in total factor productivity that is expected to occur two years from now is inflationary, not deflationary, since it initially creates excess demand: agents anticipate the shock to future income and increase demand immediately. In this case, the Fed raises rates and creates excess supply, which eventually brings inflation back to target.

Conclusions

Through an extensive application of PAC models, we have developed in MUSE what we believe to be a good balance between theoretical structure and forecasting accuracy. Importantly, MUSE can also be used for policy simulations. It can, for example, be used to examine issues ranging from how the U.S. economy might react to inflationary pressures to the consequences of sustained productivity gains. As a result, it is hoped that this model will result in a more enlightened perspective on current and future economic developments in the United States.

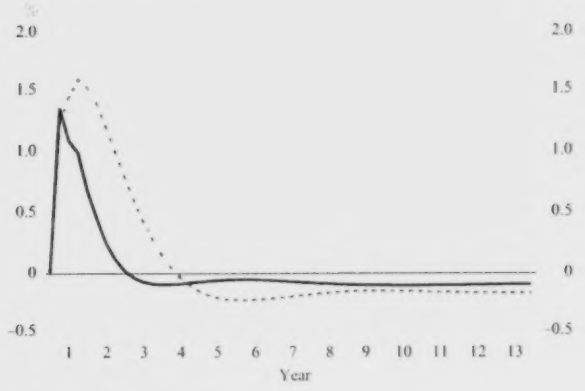
The NEUQ model is a useful complement to MUSE in the context of the international economic projection. Furthermore, given the high and rising real and financial linkages within the global economy, the BoC-GEM model will be key to examining economic issues from an international perspective. Taken together, these three models are valuable tools in the formulation of Canadian monetary policy

Chart 1

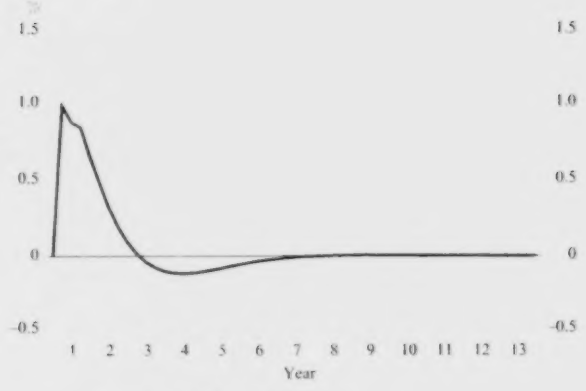
Results of a Demand Shock

The second variable is indicated by the dashed line

Household expenditures and business investment

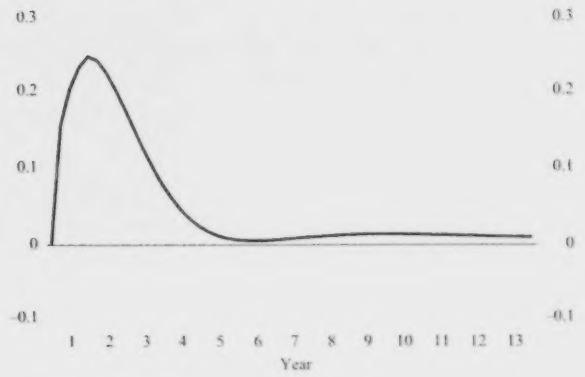


Output gap



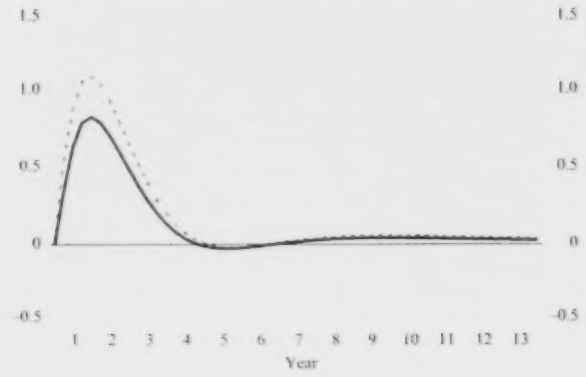
Inflation rate

Quarter-over-quarter annual rates, percentage points

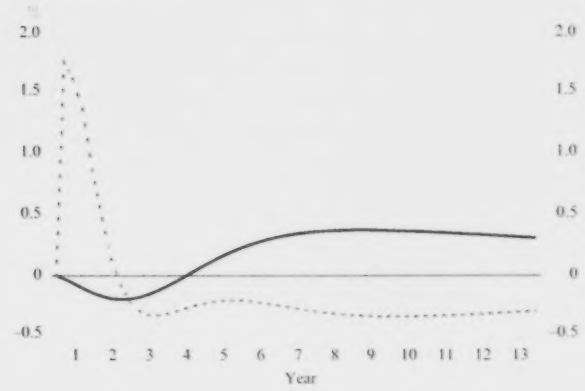


Real and nominal federal funds rate

100 basis points = 1



Exports and imports



Real effective exchange rate

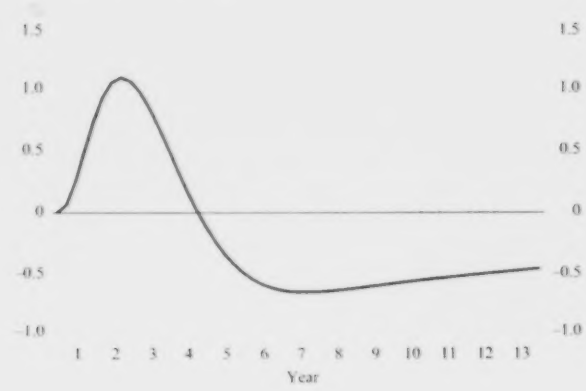


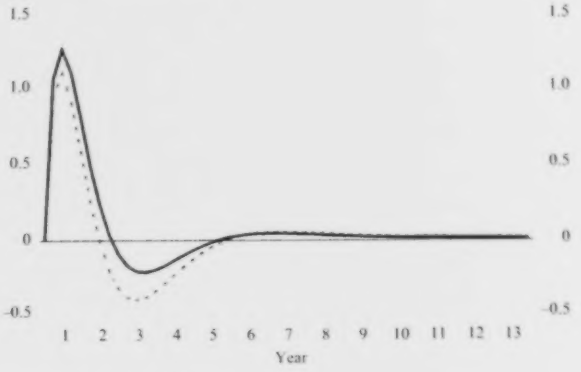
Chart 2

Results of a 100-Basis-Point Shock to the Federal Funds Rate

The second variable is indicated by the dashed line

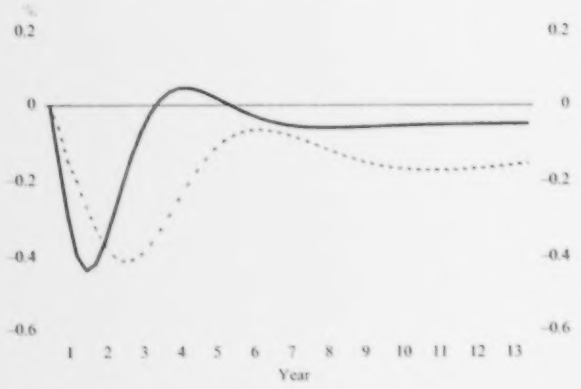
Real and nominal federal funds rate

100 basis points = 1



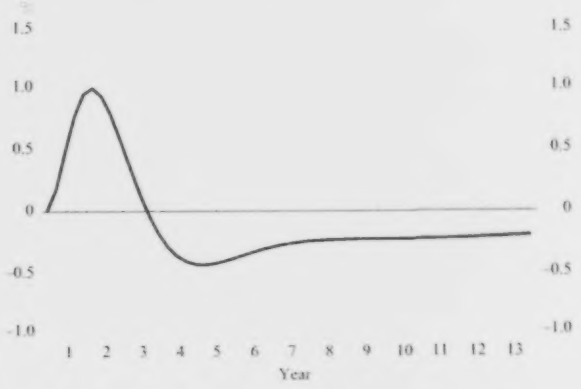
Household expenditures and business investment

%



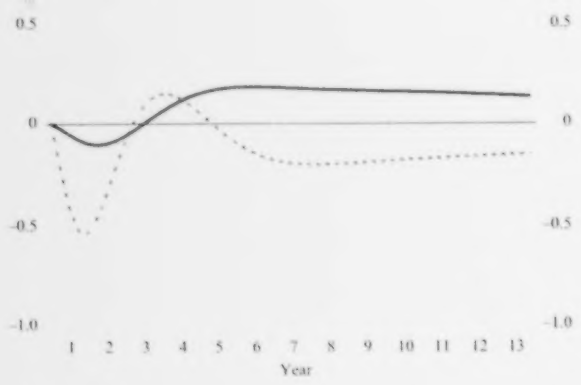
Real effective exchange rate

%



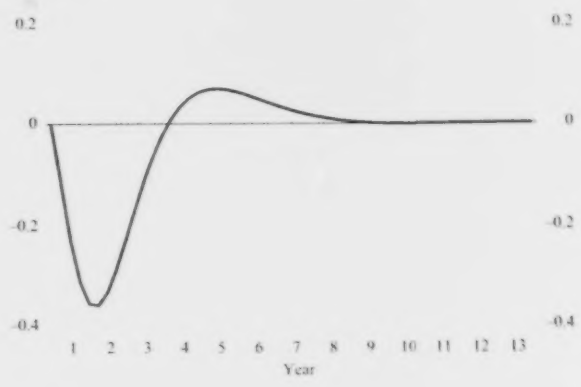
Exports and imports

%



Output gap

%



Inflation rate

Quarter-over-quarter at annual rates, percentage points

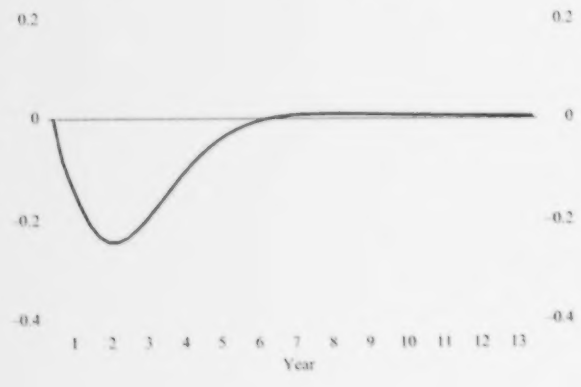


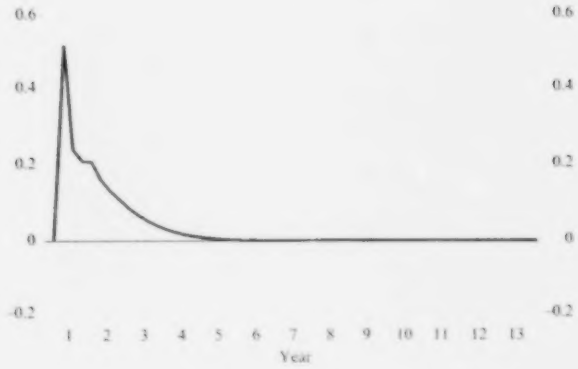
Chart 3

Results of an Inflation Shock

The second variable is indicated by the dashed line

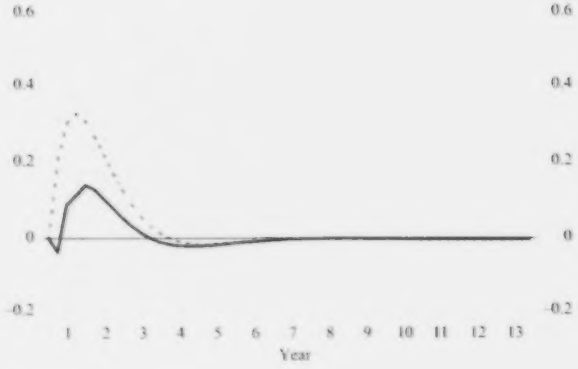
Inflation rate

Quarter-over-quarter, at annual rates, percentage points

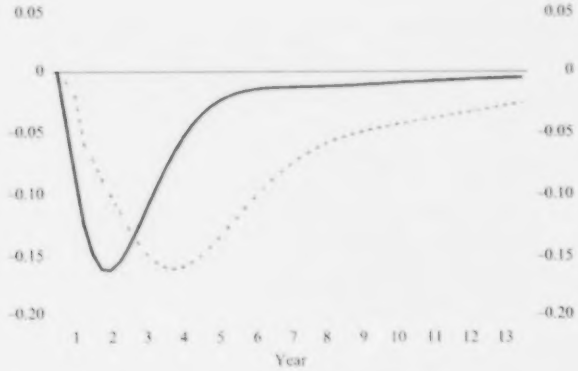


Real and nominal federal funds rate

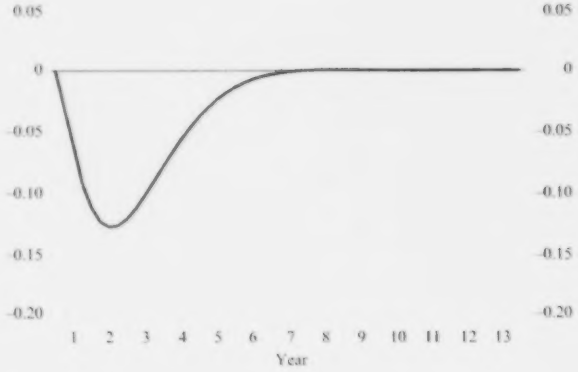
100 basis points = 1



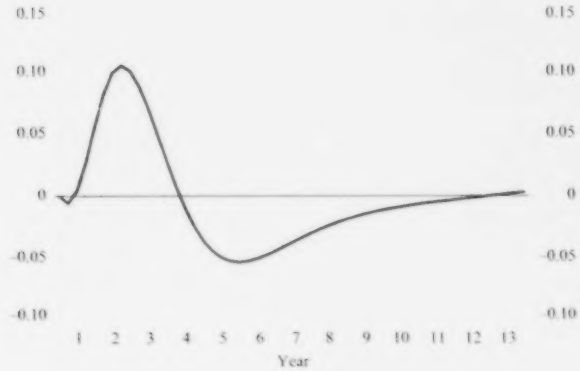
Household expenditures and business investment



Output gap



Real effective exchange rate



Exports and imports

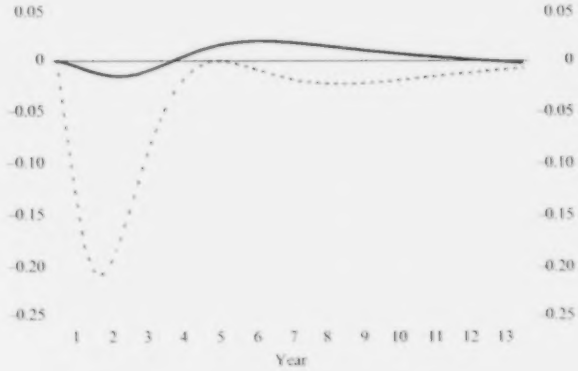
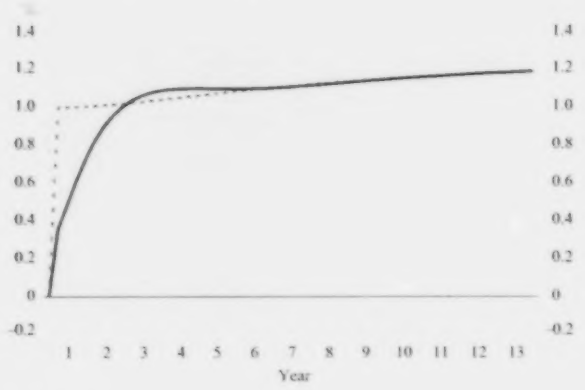


Chart 4

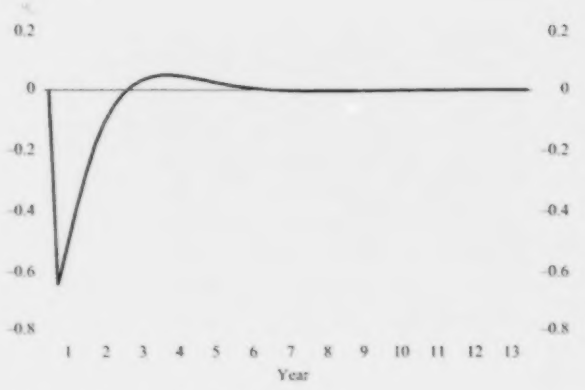
Results of a Permanent Shock to Total Factor Productivity

The second variable is indicated by the dashed line.

Output and potential output

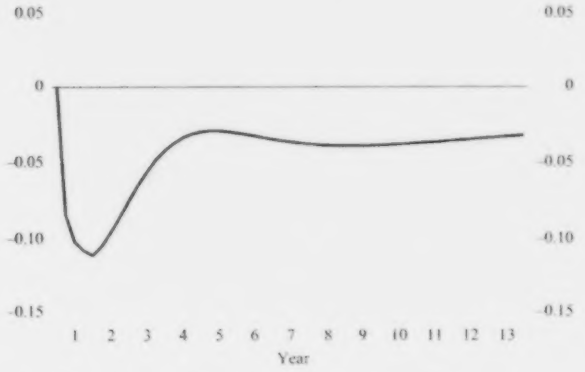


Output gap



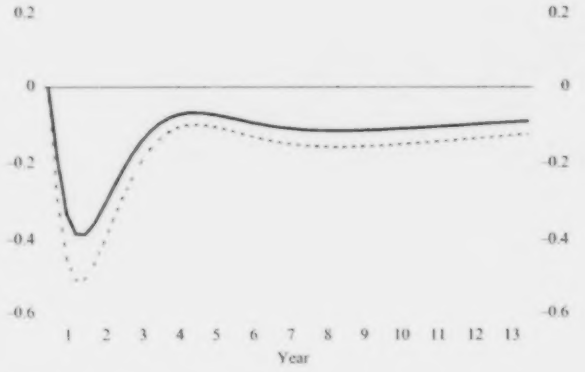
Inflation rate

Quarter-over-quarter, at annual rates, percentage points

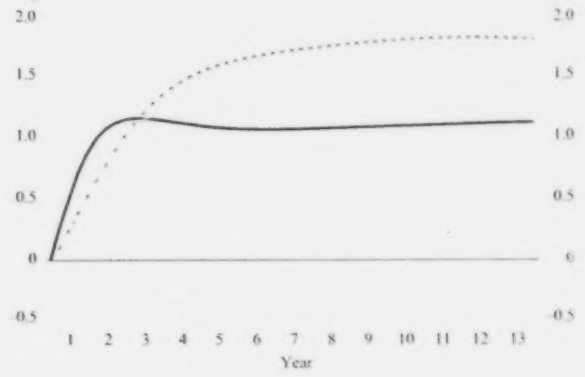


Real and nominal federal funds rate

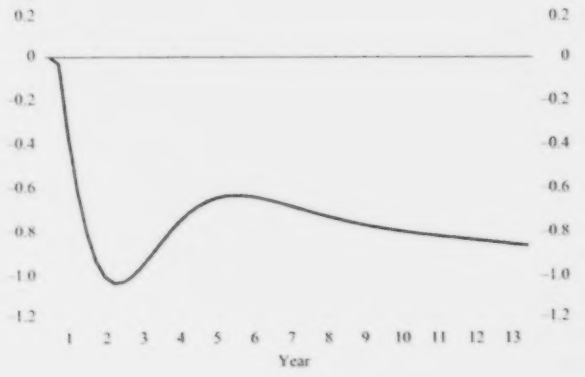
100 basis points = 1



Household expenditures and business investment



Real effective exchange rate



Literature Cited

Brayton, F., E. Mauskopf, D. Reifschneider, P. Tinsley, and J. Williams. 1997. "The Role of Expectations in the FRB/US Macroeconomic Model." *Federal Reserve Bulletin* 83 (4): 227–45.

Calvo, G. 1983. "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework." *Journal of Monetary Economics* 12 (3): 383–98.

English, W., W. Nelson, and B. Sack. 2002. "Interpreting the Significance of the Lagged Interest Rate in Estimated Monetary Policy Rules." Finance and Economics Discussion Series No. 2002–24. Board of Governors of the Federal Reserve System.

Gagnon, J. 1989. "Adjustment Costs and International Trade Dynamics." *Journal of International Economics* 26 (3/4): 327–44.

Gali, J. and M. Gertler. 1999. "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis." *Journal of Monetary Economics* 44 (2): 195–222.

Gosselin, M.-A. and R. Lalonde. 2006. "An Eclectic Approach to Estimating U.S. Potential GDP." *Empirical Economics* 31 (4): 951–75.

_____. 2005. "MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy." Bank of Canada Technical Report No. 86. Ottawa: Bank of Canada.

_____. 2004. « Modélisation «PAC» du secteur extérieur de l'économie américaine », Bank of Canada Working Paper No. 2004–3.

_____. 2003. « Un modèle «PAC» d'analyse et de prévision des dépenses des ménages américains », Bank of Canada Working Paper No. 2003–13.

Hooper, P., K. Johnson, and J. Marquez. 2000. "Trade Elasticities for the G-7 Countries." *Princeton Studies in International Economics* No. 87 (August).

International Monetary Fund (IMF). 2006. *Direction of Trade Statistics* (June).

Kozicki, S. and P. Tinsley. 2002. "Alternative Sources of the Lag Dynamics of Inflation." Federal Reserve Bank of Kansas Working Paper No. RWP 02–12.

Macklem, T. 2002. "Information and Analysis for Monetary Policy: Coming to a Decision." *Bank of Canada Review* (Summer): 11–18.

Piretti, A. and C. St-Arnaud. 2006. "Launching the NEUQ: The New European Union Quarterly Model, A Small Model of the Euro Area and U.K. Economies." Bank of Canada Working Paper No. 2006–22.

St-Arnaud, C. 2004. "Une approche éclectique d'estimation du PIB potentiel du Royaume-Uni." Bank of Canada Working Paper No. 2004–46.

Taylor, J. 1980. "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts." *Journal of Political Economy* 88 (1): 1–23.

_____. 1993. "Discretion Versus Policy Rules in Practice." *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 39: 195–214.

Tinsley, P. 1993. "Fitting Both Data and Theories: Polynomial Adjustment Costs and Error-Correction Decision Rules." *Finance and Economics Discussion Series* No. 93–21. U.S. Board of Governors of the Federal Reserve System.

Modelling Financial Channels for Monetary Policy Analysis

Ian Christensen, Ben Fung, and Césaire Meh, Department of Monetary and Financial Analysis

- *The Bank of Canada's main projection model, like any other model, is a simplification of a complex reality and may not contain all the information that is relevant for policy-makers. While it may be desirable to keep the financial elements of the core projection model relatively simple, there is theoretical and empirical support for taking a broader range of financial variables into account. In the presence of financial frictions, financing costs will depend on the balance sheets of borrowers, resulting in a credit channel for the transmission of monetary policy.*
- *Models under development at the Bank include financial accelerators in which changes in borrowers' balance sheets play an important role in cyclical fluctuations by affecting borrowers' collateral and thus their ability to access external financing.*
- *These models are still at an early stage of development, but the results to date suggest that financial-accelerator mechanisms have the potential to improve policy advice and to help answer various policy questions.*

The Bank of Canada uses various strategies to deal with uncertainty regarding future developments in the Canadian economy. Most importantly, it considers a wide range of information and analysis before making a monetary policy decision and uses carefully articulated models to produce economic projections and to examine alternative scenarios (Jenkins and Longworth 2002). Central to the analysis presented to policy-makers at the Bank is the staff economic projection for Canada from the model ToTEM.[1] Although any model is a simplification of a complex reality and may not capture all the information that is relevant for policy-makers, the staff projection provides the reference point from which the implications of other sources of information are assessed. To analyze information not considered in ToTEM, staff at the Bank use other economic models to assess the implications of this projection for policy.[2]

This article describes an ongoing research agenda at the Bank to develop models in which financial variables play an active role in the transmission of monetary policy actions to economic activity. These models can help analyze information from the financial side of the economy and provide an overall view of the implications of financial developments for the current economic outlook. The article also explains how this research can help address other fundamental issues related to the objectives and conduct of monetary policy. One example is how asset-price movements should be taken into account in the monetary policy framework.

1. For a discussion of ToTEM, see Fenton and Murchison (2006) in this issue.
2. See Coletti and Murchison (2002).

Why Should We Be Interested in Financial Channels?

A primary purpose of the financial system is to allocate savings to the most productive investments. In many macroeconomic models, the financial system is represented by a single interest rate that equates saving and investment. While this abstraction is useful for some purposes, it is also restrictive. Borrowing and lending do not take place in perfect markets. Financial activities are complicated by *frictions* that arise from transactions costs, asymmetric information, and the limited enforceability of contracts. If information is asymmetric, information such as the quality and outcome of an investment project is known to the borrower, but lenders can obtain this information only by incurring a monitoring or verification cost. In addition, a financial contract requires considerable time and expense to enforce. In the event that a contract is broken, it is costly to reach a legal settlement. These frictions may make lenders more reluctant to lend. As a result, external funds may be more costly or less available than in a model without financial frictions.

Diverse financial arrangements have emerged to reduce the high costs of monitoring and enforcement faced by individual lenders and borrowers. To align the incentives of borrower and lender, these arrangements make the financial position of the borrower an important determinant of the cost of borrowing or the availability of funds.[3] As a result, balance-sheet effects play an important role in economic fluctuations, a role that is not present in more traditional macroeconomic models.

There is also empirical evidence that balance-sheet variables are important determinants of investment and consumption expenditures. For example, empirical studies using firm-level data have provided evidence that financial variables such as cash flow, leverage, and other balance-sheet factors influence investment spending (Fazzari, Hubbard, and Petersen 1988 and subsequent work).[4] As well, small firms, which are often believed to face greater financing constraints, account for a disproportionate share of the decline in manufacturing output and inventory demand after a change in monetary policy (Gertler and Gilchrist 1994).

In the presence of frictions in the financial system, financing costs will depend on the financial position of borrowers, giving rise to a credit channel for the transmission of monetary policy (Bernanke and Gertler 1995). This means that lower interest rates can increase real expenditures because they strengthen borrowers' balance sheets and lower their costs of borrowing. This feature of the economy is not captured by traditional models in which monetary policy affects aggregate demand and inflation only through the interest rate and exchange rate channels. Given the theoretical and empirical support for taking financial channels into account, policy-makers should be interested in models with more developed financial elements in order to better understand how their decisions will affect economic activity.

In the presence of frictions in the financial system, financing costs will depend on the financial position of borrowers, giving rise to a credit channel for the transmission of monetary policy.

In addition, the importance of these financial effects could be episodic and could depend on the state of the business cycle. Financial factors are particularly important in explaining some of the biggest economic downturns over the past 100 years. Bernanke (1983) argues that a breakdown in financial intermediation, i.e., the funnelling of savings to investment, turned the U.S. downturn of 1929–30 into the Great Depression. Fisher (1933) highlights how the falling price level drove up the real debt burden of borrowers during this period. As well, many commentators have blamed the protracted slump and deflation in Japan in the 1990s on the bursting of the real estate and stock market bubbles and the subsequent weakening of the financial position of the banking system. Moreover, the U.S. recession of the early 1990s generated much discussion about whether a credit crunch had been brought about by poorly capitalized banks. These problems may have been worsened in some regions by a sharp decline in commercial property prices. A better understanding of the financial factors at play in such episodes is important so that policy-makers can prevent their recurrence.

While policy-makers should be interested in financial channels, it may be a valid strategy to leave many of them out of the core projection model. For example,

3. For example, a lender may require collateral to back a loan to reduce the likelihood that the borrower will default.

4. See Ng and Schaller (1996), Chirinko and Schaller (2004), and Aivazian, Ge, and Qiu (2005) for studies that consider Canadian firms.

financial channels might play a bigger role in some periods than in others and may thus enter into monetary policy decisions on an irregular basis. If so, the gain from adding these channels may sometimes be outweighed by the cost of creating additional complexity in the model. Nonetheless, separate models with better-developed financial channels can complement the core model and reduce the risk of policy errors.

Contributing to Policy Analysis

Models with a richer financial sector can contribute significantly to the discussion on several policy issues that central banks currently face. One example is that, in recent years, housing prices have increased sharply in several countries while household spending has simultaneously been very strong. The higher housing values have made a large pool of home equity available to households, increasing their ability to borrow.[5] Tapping into this home equity through, for example, home-equity loans, has been an important channel of support to household spending in recent years. In Canada, the strong growth in home-equity lines of credit (HELOCs) has coincided with the increase in housing prices.[6] U.S. survey data suggest that about half of the home-financed borrowing was spent on goods and services, while Canadian household microdata indicate that between 20 per cent and 50 per cent of HELOCs are being used to finance current consumption.[7] Modelling a richer financial sector could help to quantify the contribution of these balance-sheet effects to household spending and housing-market activity.

Changes in the financial system may also have implications for the appropriate setting for the stance of monetary policy. Innovative financial instruments or lending practices may change the amount or type of debt on borrowers' balance sheets, with consequences for the transmission mechanism of monetary policy.[8] In this respect, financial factors are important for understanding how the economy is evolving and for assessing the likely impact of monetary policy actions.

In addition, richer links between financial and real developments are critical for analyzing some key questions related to the monetary policy framework. How a central bank should respond to asset prices depends on what role asset prices play in output and inflation fluctuations and how movements in these prices affect the functioning of the financial system (see the discussion below). Other important questions relate to the optimal level of inflation and the costs and benefits of inflation targeting versus price-level targeting. The prevalence of nominal debt contracts, both short and long term, together with bankruptcy laws that affect the costs of default, should be an important consideration in such analyses (see also Howitt 2005).

Richer links between financial and real developments are critical for analyzing some key questions related to the monetary policy framework.

Finally, models with well-articulated links between the financial sector and the real economy will not only be useful for monetary policy analysis, but also for analyzing questions related to financial stability, another topic of keen interest among central bankers. A good grasp of how the financial system works is crucial when considering the impact of a disruption to its normal functioning.

Modelling Financial Channels

The most popular models for capturing financial channels are referred to as *financial accelerators*. These are models in which there is an explicit link between the balance sheets of borrowers and their access to, or cost of, external financing.

One important strand of this research began with Bernanke and Gertler (1989). In this model, there are two key players: households, who are lenders, and business owners/entrepreneurs, who are borrowers. As well, there is asymmetric information between borrowers and lenders, since lenders can only observe the outcome of a borrower's investment project at a cost. Agency costs that arise from asymmetric infor-

5. Campbell and Cocco (2005) find evidence in U.K. microdata that is consistent with the argument that an increase in housing prices relaxes borrowing constraints.

6. Debt outstanding on personal lines of credit has grown at an average rate of 20 per cent per year since 1999, and about two-thirds of these credit lines are secured by home equity. Some of this growth likely reflects substitution for other forms of lending.

7. See Greenspan and Kennedy (2005) for U.S. circumstances.

8. Examples of such innovations include the use of credit scoring to make screening of loan applicants more efficient or the ability of financial institutions to securitize loans so that they can expand the sources of funds available to lenders. Innovations in the financial system tend to reduce frictions and could bring an economy closer to the one approximated in ToTEM.

mation can drive the price of uncollateralized funds above the cost of the firm's internally generated funds. In this setting, financial position is a key determinant of the credit conditions that a borrower faces. Specifically, the net worth of a firm affects the premium that must be paid for external sources of finance (funds that come from sources outside the firm). In aggregate, changes in the financial position of firms over the business cycle drive a countercyclical risk premium on debt that amplifies fluctuations in output and investment.

This chain of events is known as a financial-accelerator mechanism because there are feedback effects between the financial position of the borrowers and the terms of credit that can amplify business cycle fluctuations. For example, firm net worth deteriorates when a negative shock reduces cash flows and lowers the value of its capital assets. As a result of the deterioration in borrower balance sheets, the cost of finance rises, and this depresses investment. This leads to a further fall in the value of capital, which further reduces firm net worth, reinforcing the increase in financing costs and further depressing investment.

An alternative way of capturing the financial-accelerator mechanism is developed in the seminal work of Kiyotaki and Moore (1997). In this model, the financial friction is an enforcement problem; essentially borrowers can default and never repay. The financial contract that ensures repayment is one in which the quantity of loans available is restricted to some fraction of the value of the borrower's collateral. In this case, it is the quantity of external funds, rather than the cost, which is related to the state of borrower balance sheets.

Many studies argue that the financial-accelerator mechanism can amplify the effects of small shocks (Bernanke, Gertler, and Gilchrist 1999; Iacoviello 2005) or can make their effects on real variables more persistent (Carlstrom and Fuerst 1997). This suggests that financial accelerators could be important for developing more realistic business cycle dynamics in models for policy analysis.

A Starting Point for Model Development

Our strategy has been to start with the main building blocks of dynamic stochastic general-equilibrium (DSGE) models created for policy analysis at a number of central banks and develop financial elements within those models.

We introduce two financial accelerators, one that applies to households, and the other to firms, into a model that is otherwise fairly similar to ToTEM in terms of the real side of the model. For example, prices are sticky, allowing monetary policy to affect real variables in the short run. This strategy makes it possible to assess the implications of financial channels for risks to ToTEM's analysis.

Our strategy is to start with the main building blocks of DSGE models created for policy analysis . . . and to develop financial elements within those models.

Our work so far has followed that of Iacoviello (2005).[9] In the model there are households who lend funds to other households and to firm owners. The financial friction takes the form of a problem of enforcing repayment that leads lenders to require collateral. Households also buy and sell housing, giving rise to a housing market. Loan size is restricted to some fraction of the value of a borrower's real estate. This fraction can be interpreted as the loan-to-value ratio that features prominently in standard mortgages.

To illustrate some key features of the model, consider a shock to the economy that leads to a rise in housing prices. This increases the value of assets held by households and the amount they can post as collateral. Higher collateral values allow households to borrow more, and these resources can be used to purchase more housing and consumption. The accelerator effect is present here because these extra expenditures drive housing prices further up, reinforcing the rise in collateral values and access to debt. Firm owners also face a collateral constraint, but in their case, it also affects their ability to invest.

One interesting feature of this model is that balance sheets improve for all borrowers (households and firms) during an upswing in economic activity. This brings about widespread improvements in financing conditions that affect both households and firms at the same time, suggesting there will be a stronger impact

9. Our research is a work-in-progress, and here we provide some insights from the work we have done so far and from Iacoviello (2005).

on output, since both consumption and investment spending will be affected.[10]

Another interesting insight from this model is that the effects of the accelerator mechanisms on key macro variables depend on the nature of the shock. One key element of the model that generates these differential impacts is that debt contracts are written in nominal terms, as is the case in most real-world financing relationships. If inflation is unexpectedly low over the life of the loan, the debtor faces a cost of repayment that is higher in real terms than was anticipated.[11] Unexpected price declines reduce debtors' net worth and, as a result, their capacity to borrow. The higher real cost of debt repayment shifts funds from borrowers, who have a high marginal propensity to consume, to lenders (savers) who have a low propensity to consume. The result is a reduction in aggregate demand. The financial mechanisms in the model will therefore amplify demand shocks, but dampen supply shocks. A positive demand shock will raise output and inflation, and the increase in inflation (albeit temporary under inflation targeting) will reduce the real cost of debt service, reinforcing the borrower's ability to obtain financing beyond what is available through the standard accelerator mechanism. After a supply shock that raises output and lowers inflation, the real cost of debt repayment rises, reducing borrower net worth and dampening part of the rise in output.

In order to better understand these financial-accelerator mechanisms, two Bank of Canada working papers (Christensen and Dib 2006; Gammoudi and Mendes, forthcoming) consider the impact of the business and household accelerators in isolation. Christensen and Dib (2006) estimate a model very similar to that of Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999) in which firms must borrow to purchase capital and pay a premium on external funds. Their results suggest that this mechanism can help to capture the co-movement in output, inflation, and investment. They also show that the financial accelerator amplifies investment fluctuations, but may dampen consumption movements. This dampening may happen, for example, because households (the ultimate source of funds) will reduce consumption and save more to take advantage of temporarily higher investment returns and the lower risk associated with loans to firms. For some types of shocks this means that the financial-accelerator mechanism has had little impact on output or inflation—the variables of ultimate interest to policy-makers. Gammoudi and Mendes (forthcoming) develop a model with lending and borrowing households. Borrowing households in this model face a collateral constraint based on the work of Iacoviello (2005). One key finding is that the model is better able to capture the correlation between housing prices and consumption than a model without the borrowing constraint. In both of these studies, financial accelerators play an important role in capturing the co-movement in key variables of interest. Results from the integrated model under development suggest that including financial accelerators in both the business and household sectors can lead to a stronger impact on output, under certain types of shocks, than when financial accelerators are restricted to operating in only one sector, as in the two studies discussed here.

The impact of the financial-accelerator mechanisms . . . will depend on the nature of the shock, showing that such a model could provide a useful alternative interpretation of recent data.

Research to date suggests that financial-accelerator mechanisms have the potential to provide useful insights for policy deliberations. The impact of these mechanisms on key macroeconomic variables can be important and will depend on the nature of the shock hitting the economy. This suggests that these models may provide a better-informed view of what economic forces have been at play over history. In the policy arena, such a model could provide a useful alternative interpretation of recent data and could guide policy decisions about how economic events will unfold over the forecast horizon.

Towards a More Complete Analysis of Financial Channels

The quantitative importance of financial frictions is still the subject of much debate. Some have argued that the financial mechanisms in the models described

10. The net impact will depend on the behaviour of those who supply the savings in this model economy. For example, it is likely that a positive shock that is expected to be temporary will induce savers to lend more in the short term.

11. This is the mechanism highlighted in Fisher's (1933) famous paper on debt and deflation.

above are unlikely to play a significant role in business cycle fluctuations. Kocherlakota (2000) and Cordoba and Ripoll (2004), for example, find that the amplification of shocks produced by borrowing constraints may be important only under relatively restrictive assumptions. Chari, Kehoe, and McGrattan (2006) argue that how financial frictions are modelled is critical to a model's usefulness in explaining business cycle fluctuations. The issues these authors raise suggest that there is fertile ground for future research in this area, particularly in exploring the role these mechanisms play in different types of models and in assessing their ability to capture key features of macroeconomic data.

There is also a need to flesh out the mechanisms at play in financial-accelerator models to better reflect the characteristics of real world financial markets. In the work described above, there is no formal distinction between financial institutions and financial markets. This distinction could well be important, however, since bank balance-sheet conditions can influence the ability of borrowers to access credit. As well, the effects of the financial accelerator could be altered if firms are able to access alternative sources of financing, such as bonds and equity. Below, we discuss some areas for additional research.

Bank capital channel

The models discussed above abstract completely from the role of bank capital (i.e., bank net worth and bank equity) in the monetary policy transmission mechanism. This omission is particularly unfortunate given the strong empirical evidence in support of the role of banks' financial structure in lending decisions and their importance for macroeconomic stability (Peek and Rosengren 1995, 1997). Researchers at the Bank of Canada and elsewhere have studied the importance of bank capital for the amplification and propagation of shocks. This work presents another financial-accelerator mechanism where the endogenous evolution of bank capital and its interplay with entrepreneur net worth (and asset prices) propagate the effects of monetary policy to the real economy.

Meh and Moran (2004) and Sunirand (2002) develop dynamic general-equilibrium models that study the link between the evolution of bank capital and entrepreneur net worth on the one hand, and monetary policy and economic activity on the other. These models feature two sources of asymmetric information. The first comes from the relationship between banks and their borrowers (firms), where firms can choose to undertake riskier projects or not to report truthfully their production in order to enjoy unobservable private benefits. To mitigate this problem, banks require entrepreneurs to invest their own net worth in the projects. This channel, where the ability of firms to borrow depends on their financial position, has been emphasized by most financial-accelerator models, as discussed above (see Bernanke, Gertler, and Gilchrist 1999). The second source comes from the relationship between banks and their own source of funds (depositors or investors) where banks, to which depositors delegate the monitoring of firms, may not do an adequate job because monitoring is costly. In response, investors demand that banks invest their own net worth—bank capital—in the financing of projects. Thus, the available funds that banks can attract from investors to lend to firms are limited by the amount of bank capital.

Multiple sources of external finance

In all the models discussed so far, it is assumed, for simplicity, that only a single source of external funds—debt financing—is available to firms or banks. In practice, most firms raise external funds from multiple sources, such as marketable debt, bank loans, or equity.

Using data on U.S. firms from the Compustat data set, Covas and den Haan (forthcoming) find that debt and equity issuances are procyclical for most firms. They then construct a DSGE model where firms can have access to two sources of external financing for investment: debt financing and equity financing. In such a model, the net worth of the firm is not only increased through retained earnings (as assumed in the previous models) but also by issuing equity. Another important feature of the model is its heterogeneity in terms of firm size, where small firms are much more likely to rely on equity financing while large firms tend to use more debt financing. A calibrated version of their model shows that the presence of equity financing substantially contributes to the performance of financial-accelerator models. More specifically, after a positive productivity shock, output increases more in the model with debt and equity financing than in the model with only debt financing.

Similarly, Jermann and Quadrini (2006) consider a model in which firms finance production with both debt and equity. In addition, business cycle fluctuations are driven by asset-price shocks that are propagated to the real economy through financial frictions. They show that financial innovations that improve the ability to borrow and issue equity allow firms to adjust more easily to an asset-price shock. The greater flexibility

in financing arrangements leads to greater volatility in the financial structure of firms, but also lowers the volatility of output in response to shocks to asset prices.

Determination of asset prices

An important characteristic in models with financial frictions (like the one described on pp. 34–35) is that movements in asset prices affect the ability of firms or households to borrow. So the model is a natural laboratory to address key policy questions, such as how monetary policy should react to asset-price shocks. To address such questions, it is important to have a model that links asset-price movements to the real economy and inflation.

Bank researchers Basant-Roi and Mendes (forthcoming) develop a model in which households face an external financing premium similar to that in Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999). The authors use this model to analyze how the financial accelerator interacts with a housing-price bubble (defined as a sustained and growing deviation of housing prices from their fundamental levels) to affect the optimal horizon over which monetary authorities should bring inflation back to target. They find that a housing-price bubble lengthens the optimal horizon appreciably.[12] In their work, and in many other models, bubbles are exogenous and are therefore unaffected by monetary policy actions. A challenge for future work is to develop quantitative models in which large changes in asset prices are endogenous to developments elsewhere in the economy. Researchers at the Bank of Canada and elsewhere have started such work (Caballero and Krishnamurthy 2006; Ríos-Rull and Sánchez-Marcos 2006; and Tomura, forthcoming).

12. For a summary of this and related work, see Coletti, Selody, and Wilkins (2006).

Conclusions

In this article, we present a research agenda on developing models of financial channels for monetary policy analysis at the Bank of Canada and discuss the progress we have made so far. This research is particularly relevant given recent financial developments and substantial fluctuations in asset prices. Current progress in DSGE modelling and research on financial frictions suggests that this line of research could lead to a better understanding of the role of credit and financial variables in the monetary policy transmission mechanism. Many challenges remain, however, in modelling the financial and real linkages, and various ways to improve the current research are being considered. The progress we have made to date suggests that these models should improve policy advice and are capable of helping to answer different policy questions. This is important for policy-makers, because "looking at the economy through a variety of lenses leads to more comprehensive rigorous analyses" (Macklem 2002).

Literature Cited

Aivazian, V., Y. Ge, and J. Qiu. 2005. "The Impact of Leverage on Firm Investment: Canadian Evidence." *Journal of Corporate Finance* 11 (1–2): 277–91.

Basant-Roi, M. and R. Mendes. Forthcoming. "Should Central Banks Adjust Their Target Horizons in Response to Housing-Price Bubbles?" Bank of Canada Working Paper.

Bernanke, B. 1983. "Nonmonetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of the Great Depression." *American Economic Review* 73 (3): 257–76.

Bernanke, B. and M. Gertler. 1989. "Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations." *American Economic Review* 79 (1): 14–31.

———. 1995. "Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission." *Journal of Economic Perspectives* 9: 27–48.

Bernanke, B., M. Gertler, and S. Gilchrist. 1999. "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework." In *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 1, eds. J.B. Taylor and M.Woodford. Amsterdam: Elsevier Science.

Caballero, R. and A. Krishnamurthy. 2006. "Bubbles and Capital Flow Volatility: Causes and Risk Management." *Journal of Monetary Economics* 53 (1) 35–53.

Campbell, J. and J. Cocco. 2005. "How Do House Prices Affect Consumption? Evidence from Micro Data." NBER Working Paper No. 11534.

Carlstrom, C. and T. Fuerst. 1997. "Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis." *American Economic Review* 87 (5): 893–910.

Literature Cited (cont'd)

Chari, V., P. Kehoe, and E. McGrattan. 2006. "Business Cycle Accounting." Research Department Staff Report No. 328. Federal Reserve Bank of Minneapolis.

Chirinko, R. and H. Schaller. 2004. "A Revealed Preference Approach to Understanding Corporate Governance Problems: Evidence from Canada." *Journal of Financial Economics* 74 (1): 181–206.

Christensen, I. and A. Dib. 2006. "Monetary Policy in an Estimated DSGE Model with a Financial Accelerator." Bank of Canada Working Paper No. 2006–9.

Coletti, D. and S. Murchison. 2002. "Models in Policy-Making." *Bank of Canada Review* (Summer): 19–26.

Coletti, D., J. Selody, and C. Wilkins. 2006. "Another Look at the Inflation-Target Horizon." *Bank of Canada Review* (Summer): 31–37.

Cordoba, J.-C. and M. Ripoll. 2004. "Credit Cycles Redux." *International Economic Review* 45 (4): 1011–46.

Covas, F. and W. den Haan. Forthcoming. "The Role of Debt and Equity Finance over the Business Cycle." Bank of Canada Working Paper.

Fazzari, S., R. Hubbard, and B. Petersen. 1988. "Financing Constraints and Corporate Investment." *Brookings Papers on Economic Activity* 0 (1): 141–95.

Fenton, P. and S. Murchison. 2006. "ToTEM: The Bank of Canada's New Policy-Analysis and Projection Model." *Bank of Canada Review*, this issue: 5–18.

Fisher, I. 1933. "The Debt-Deflation Theory of Great Depressions." *Econometrica* 1 (4): 337–57.

Gammoudi, M. and R. Mendes. Forthcoming. "Household Sector Financial Frictions in Canada." Bank of Canada Working Paper.

Gertler, M. and S. Gilchrist. 1994. "Monetary Policy, Business Cycles, and the Behavior of Small Manufacturing Firms." *Quarterly Journal of Economics* 109 (2): 309–40.

Greenspan, A. and J. Kennedy. 2005. "Estimates of Home Mortgage Originations, Repayments, and Debt on One-to-Four-Family Residences." Finance and Economics Discussion Series No. 2005–41. Washington: U.S. Federal Reserve Board.

Howitt, P. 2005 "Issues in Inflation Targeting: Panel Discussion." Proceedings of a conference held by the Bank of 24–25 April 2005. Ottawa; Bank of Canada.

Iacoviello, M. 2005. "House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle." *American Economic Review* 95 (3): 739–64.

Jenkins, P. and D. Longworth. 2002. "Monetary Policy and Uncertainty." *Bank of Canada Review* (Summer): 3–10.

Jermann, U. and V. Quadrini. 2006. "Financial Innovations and Macroeconomic Volatility." Manuscript. University of Pennsylvania and University of Southern California.

Kiyotaki, N. and J. Moore. 1997. "Credit Cycles." *Journal of Political Economy* 105 (2): 211–48.

Kocherlakota, N. 2000. "Creating Business Cycles through Credit Constraints." *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 24 (3): 2–10.

Macklem, T. 2002. "Information and Analysis for Monetary Policy: Coming to a Decision." *Bank of Canada Review* (Summer): 11–18.

Meh, C. and K. Moran. 2004. "Bank Capital, Agency Costs, and Monetary Policy." Bank of Canada Working Paper No. 2004–6.

Ng, S. and H. Schaller. 1996. "The Risky Spread, Investment, and Monetary Policy Transmission: Evidence on the Role of Asymmetric Information." *Review of Economics and Statistics* 78 (3): 375–83.

Peek, J. and E. Rosengren. 1995. "The Capital Crunch: Neither a Borrower Nor a Lender Be." *Journal of Money, Credit, and Banking* 27 (3): 625–38.

———. 1997. "The International Transmission of Financial Shocks: The Case of Japan." *American Economic Review* 87 (4): 495–505.

Ríos-Rull, J.-V. and V. Sánchez-Marcos. 2006. "House Price Movements." Manuscript. University of Pennsylvania (June).

Sunirand, P. 2002. "The Role of Bank Capital and the Transmission Mechanism of Monetary Policy." Manuscript. London School of Economics.

Tomura, H. Forthcoming. "Firm Dynamics, Bankruptcy Laws and Total Factor Productivity." Bank of Canada Working Paper.

A New Effective Exchange Rate Index for the Canadian Dollar

Janone Ong, Financial Markets Department

- *A new Canadian-dollar effective exchange rate index (CERI) has been created to replace the C–6 index that the Bank currently uses. The CERI uses multilateral trade weights published by the International Monetary Fund and includes the six currencies of countries or economic zones with the largest share of Canada's international trade.*
- *The multilateral trade weights used to calculate the CERI account for both direct and third-market competition, thus giving a more comprehensive picture of Canada's trade competitiveness than the bilateral weights used in the existing C–6 index.*
- *This new index better reflects the recent changes in Canada's trade profile, including the rise in the importance of China and Mexico and the relative decline in importance of Europe and Japan in Canada's international trade.*
- *Given the substantial weight assigned to the U.S. dollar in each index, the CERI and the existing C–6 track each other closely. However, the sub-indexes created when the U.S. dollar is excluded from both indexes show significantly different paths for the Canadian dollar.*

An effective exchange rate is a measure of the value of a country's currency vis-à-vis the currencies of its most important trading partners. It is calculated by taking a weighted average of the relevant bilateral exchange rates of the country in question. These weights typically represent the relative importance of a foreign country to the home country's international trade. An index of this effective exchange rate is used by the Bank of Canada to summarize exchange rate developments in order to assess current and future economic developments. The purpose of this article is to describe the Bank's new Canadian-dollar effective exchange rate index (CERI), which was created to replace its current trade-weighted index.

The Bank has been using the C–6 index and its predecessor, the G–10 index, since the early 1980s. The C–6 index tracks the foreign exchange value of the Canadian dollar against six major currencies (the U.S. dollar, the euro, the Japanese yen, the U.K. pound, the Swiss franc, and the Swedish krona).[1] The weightings used to calculate the values of the C–6 are based on Canadian merchandise trade flows over the 1994 to 1996 period. Apart from a revision to the currency basket to reflect the introduction of the euro in 1999, the currency composition and weights used in the computation of the C–6 index have not been reviewed since 1999.

1. For the period before 1999, the index includes the currencies of Belgium, France, Germany, Italy, and the Netherlands, which are now part of the euro zone.

Trade patterns worldwide and in Canada have changed appreciably over the past decade. According to a recent survey of global trade patterns by the International Monetary Fund (IMF), the United States, Mexico, and developing Asia (particularly China) have all seen their relative share of Canada's international trade increase, while the shares of both the euro zone and Japan have declined (Bayoumi, Lee, and Jayanthi 2005).

The C–6 will no longer be published on the Bank's website or in external publications after 31 December 2006.

To better reflect these changes in Canada's trade profile, the Bank of Canada has replaced the C–6 index with an effective exchange rate index composed of an updated group of currencies and associated weights based on the most recent IMF statistics. The C–6 will no longer be published on the Bank's website or in external publications after 31 December 2006.

The New Index

Designed to be a summary measure of the Canadian dollar's movements against the currencies of its important trading partners, the CERI updates the weights and composition of the currency basket based on IMF-calculated trade weights.[2] The weights used to calculate the index from 1996 to the present are based on trade data for 184 countries over the 1999–2001 period and encompass trade in non-energy commodities, manufactured goods, and services (e.g., tourism).[3] Before 1996, the weights are based on trade data over the 1989–91 period.

2. For more details on the IMF methodology to calculate the weights, see Bayoumi, Lee, and Jayanthi (2005).

3. See the Appendix for the formula used to calculate the index.

Inclusion in the new index is limited to the currencies of countries that have IMF-calculated trade weights of 2 per cent or higher.

The weights also account for the geographical distribution of trade (import, bilateral export, and third-market competition) in determining the significance of a particular country to Canada's international trade.[4] This is important because domestic firms compete with foreign firms in three locations: 1) at home, through imports; 2) in foreign markets with local firms; and 3) with other exporters in foreign markets. Ideally, all three locations of competition should be captured in the calculation of trade weights between a country and the rest of the world. Given the breadth and depth of the IMF's methodology, the IMF weights provide a more accurate ranking of the importance of different countries to Canada's international trade than do the weights in the C–6, which are calculated using simple bilateral merchandise-trade data.

Inclusion in the new index is limited to the currencies of countries that have IMF-calculated trade weights of 2 per cent or higher. Of the 184 countries surveyed by the IMF, five countries plus the euro zone satisfy this criterion.[5] The United States, with the highest weight, is Canada's most important trading partner by a very large margin. The euro zone and Japan rank second and third, respectively. China, Mexico, and the United Kingdom complete the six countries included in the index (Table 1).[6]

4. Third-market weights measure the intensity of competition between two countries (domestic and foreign) outside their respective local markets by multiplying the foreign country's share of total supply in each third market by the relative importance of the third markets as destinations for the domestic country's exports. For details on how the weights are computed, see Bayoumi, Lee, and Jayanthi (2005).

5. The IMF treated the euro zone as a single entity with a single exchange rate.

6. With a trade weight of around 1 per cent, China did not make the cut-off of 2 per cent for the 1989-91 period. During that time, Canada traded (or competed) more with South Korea than with the People's Republic of China.

Table 1

CERI and C–6 Currency Weightings

Currencies[a]	CERI		C–6 index
	Weights used 1996–present[b]	Weights used 1981–95[b]	Weights used 1980–present
U.S. dollar	0.7618	0.5886	0.8584
Euro	0.0931	0.1943	0.0594
Japanese yen	0.0527	0.1279	0.0527
Chinese yuan	0.0329	–	–
Mexican peso	0.0324	0.0217	–
British pound	0.0271	0.0368	0.0217
South Korean won	–	0.0307	–
Swiss franc	–	–	0.0043
Swedish krona	–	–	0.0035

a) We used the Bank of England proxy for the euro for the period before January 1999. Some of the exchange rates were from Bloomberg.
b) The IMF weights were rescaled to sum to unity.

Table 2

Summary Comparison of the CERI and the C–6

Points of comparison	CERI	C–6 index
Currency-weight calculations	Multilateral	Bilateral
Dates used for reference and for updating	1989–91 weights used for the period 1981–95; 1999–2001 weights used for 1996 to the present	1994–96 weights used for the entire period; updated every 10 years
Percentage of Canada's international trade captured*	86%	81%
Trade included	Goods, services, non-energy commodities	Merchandise trade

* Based on average total trade over the 1999–2001 period

The composition of the index captures a significant share (86 per cent) of Canada's international trade volume and better reflects Canada's trade profile than the C–6, which excludes Mexico and China (South Korea in the earlier period), and should therefore provide a better indication of the current and future impact of exchange rate movements on the real economy. As newer IMF trade weights are published, the index weights and currency composition will be adjusted as required. Historically, the IMF has updated the index weights every 10 years.

The composition of the index captures a significant share (86 per cent) of Canada's international trade volume.

The CERI and the C–6 Compared

The CERI offers several advantages over the current C–6 index, particularly the use of multilateral trade weights, the inclusion of trade in services, and the use of more recent trade data. These improvements provide a more accurate reflection of the nature of Canada's international trade patterns. Table 2 summarizes the key differences between the two indexes.

Because both indexes place a very high weight on the U.S. dollar, the CERI and the C–6 have tracked each other relatively closely over time.

Because both indexes place a very high weight on the U.S. dollar, the CERI and the C–6 have tracked each other relatively closely over time (Chart 1).[7] There is, however, a noticeable discrepancy between them over the period 1981 to 1986. During that time, the C–6 depreciated by 13 per cent, while the CERI first appreciated by almost 10 per cent before depreciating sharply, for an overall fall of about 7 per cent.

Some of the discrepancy experienced between 1981 and 1986 can be attributed to the Canadian dollar's significant appreciation (3,000 per cent) against the Mexican peso and, to a lesser degree, the South Korean won (10 per cent), which offset in part the Canadian dollar's 13 per cent depreciation against the U.S. dollar. For the same period, the Canadian dollar also fell by 10 per cent against the euro and 36 per cent against the Japanese yen. The result of the deprecia-

7. An increase in the indexes represents an effective appreciation of the Canadian dollar against the currencies in the basket.

tion against these currencies can be seen mostly in the C–6, which does not include the Mexican peso and the South Korean won to counter the effect.

From 1987 onward, the CERI and the C–6 have tracked each other very tightly. The two indexes appreciated by around 18 per cent from 1987 to August 2006 (Chart 1). One reason for the very close relationship is the increase in the weight of the U.S. dollar in the CERI. Beginning in 1996, this weight increased from 0.5886 to 0.7618, which is much closer to the weight in the C–6 of 0.8584. Because of the high weight on the U.S. dollar in both indexes in the recent period, both series are essentially reflecting the Canadian dollar's appreciation against the U.S. dollar for that period.

Chart 1

The CERI and the C–6

Monthly

1992 = 100

Chart 2

The Real CERI and the Real C–6

Monthly

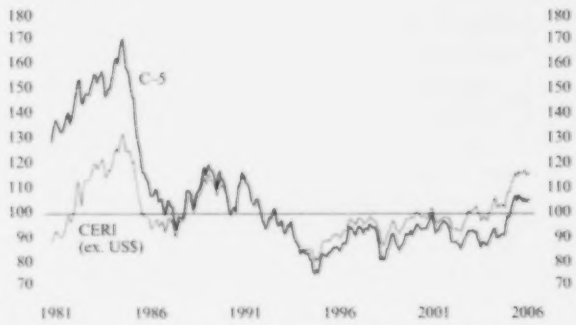
1992 = 100

Chart 3

The CERI (excluding US$) and the C–5

Monthly

1992 = 100



If the indexes are expressed in real terms, using the consumer price indexes (CPI) of the various countries, from 1981 to 1986 both the CERI and the C–6 were down by only 3.5 per cent (Chart 2).[8] From 1986 to 1988, the real C–6 rose by 15 per cent, while the real CERI was up by 6 per cent. Since then, the two indexes have tracked each other quite closely.

If the U.S. dollar is removed from the indexes, the difference between them becomes more noticeable (Chart 3). The CERI excluding the U.S. dollar appreciated by 10.5 per cent from 1981 to 1986. However, the C–5 (i.e., the C–6 excluding the U.S. dollar) showed a depreciation of 15 per cent over the same period. The CERI excluding the U.S. dollar increased in value by about 22 per cent from 1987 onward, while the C–5 has returned to about its January 1987 level. The reason for the latter difference is that the CERI captures the significant appreciation of the Canadian dollar against both the Mexican peso and the Chinese yuan for the later period, while the C–5 did not. The C–5 reflects the sideways movement of the Canadian dollar against the yen and the euro.

8. The data end in June 2006 because there is a lag in computing the real effective exchange rate, based on when some of the countries report their CPI.

From 1981 to 1986, however, the real CERI excluding the U.S. dollar declined by only 3 per cent, while the C–5 depreciated by 8 per cent (Chart 4). Over that period, for the real CERI excluding the U.S. dollar, the Canadian dollar's real appreciation against the Mexican peso and the South Korean won partially offset its real depreciation against the yen and the euro.

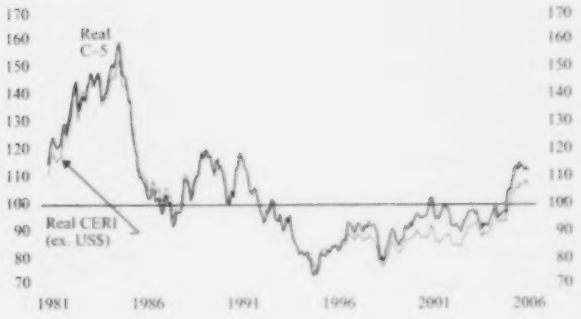
When the U.S. dollar is removed, the real CERI excluding the U. S. dollar is up by only 2.5 per cent since 1987, while the real C–5 is up 11 per cent (Chart 4). This is partly owing to the Canadian dollar's 30 per cent real depreciation against the Mexican peso from 1987 to 2006, and the 33 per cent real depreciation against the South Korean won from 1987 to 1995. As well, the CERI excludes the Canadian dollar's 30 per cent real appreciation against the Swedish krona and the 10 per cent real appreciation against the Swiss franc from 1987.

Chart 4

The Real CERI (excluding US$) and the Real C–5

Monthly

1992 = 100



Conclusion

The Bank of Canada has created the CERI, an updated index reflecting recent changes in Canada's trade profile, to replace the C–6. The weights for the new index were derived using more recent trade data and a more comprehensive methodology than the one used in calculating the weights for the C–6. The IMF weights factor in both direct and third-market competition, while the C–6 used only bilateral trade data and uses 1999–2001 trade data compared with the 1994–1996 trade data used in the C–6.

Although the changes in the methodology translate into only small changes in the profile of the Canadian-dollar trade-weighted index when the United States is included, the profile is quite different when the United States is excluded, given its large weight in both indexes. The difference in the nominal indexes occurs primarily over the 1981 to 1986 period and is largely owing to divergences in the inflation patterns across countries.

The Bank will continue to refine its trade-weighted index as necessary. Specifically, it will periodically examine the methodology used in computing weights for the CERI. As well, corresponding real effective exchange rates using monthly unit labour costs may be constructed as data for China become available.[9]

9. China does not report unit labour costs

Literature Cited

Bayoumi, T., J. Lee, and S. Jayanthi. 2005. "New Rates from New Weights." IMF Working Paper No. 05/99.

Leahy, M. 1998. "New Summary Measures of the Foreign Exchange Value of the Dollar." *Federal Reserve Bulletin* (October): 811–28.

Lafrance, R., P. Osakwe, and P. St-Amant. 1998. "Evaluating Alternative Measures of the Real Effective Exchange Rate." Bank of Canada Working Paper No. 98–20.

Appendix

The formula for the CERI is

$$I_t = I_{t-1} \times \prod_{j=1}^{N(t)} (e_{j,t}/e_{j,t-1})^{w_{j,t}}$$

where I_{t-1} is the index in the previous period and $e_{j,t}$ and $e_{j,t-1}$ are the prices of foreign currency j per Canadian dollar at times t and $t-1$. $N(t)$ is the number of foreign currencies in the index at time t, $w_{j,t}$ is the weight of currency j in the index at time t, and $\Sigma_j w_{j,t} = 1$. This is the same formula used by the Federal Reserve Bank to construct their U.S. dollar trade-weighted index (Leahy 1998).

A real CERI can be constructed by changing the nominal exchange rate to a real rate, using the formula $e_{j,t} \times P_t / P_{j,t}$, where P_t is the price deflator for Canada and $P_{j,t}$ is the price deflator for country j. The real CERI presented in this article is constructed using the CPI as the price deflator for Canada and the other countries in the basket.[1]

1. Based on a study by Lafrance, Osakwe, and St-Amant (1998), unit labour costs (ULC) explain movements in Canadian net exports and real output significantly better than those based on consumer price indexes. However, since there are limitations with respect to the availability and quality of ULC measures for emerging markets, the CPI can be used as a proxy because it appears to be highly correlated to ULC.

Bank of Canada Publications

For further information, including subscription prices, contact Publications Distribution, Communications Department, Bank of Canada, Ottawa, K1A 0G9 (Telephone: 613-782-8248).

Annual Report (published in March each year)*

Monetary Policy Report (published semi-annually)*

Monetary Policy Report Update (published in January and July)*

Financial System Review (published in June and December)*

Bank of Canada Review (published quarterly, see page 2 for subscription information)*

Speeches and Statements by the Governor*

Bank of Canada Banking and Financial Statistics (published monthly, see page 2 for subscription information)

Weekly Financial Statistics (published each Friday, available by mail through subscription)*

Renewal of the Inflation Control Target: Background Information*

The Thiessen Lectures*

A History of the Canadian Dollar
James Powell (2nd edition published December 2005, available at Can$8 plus GST and PST, where applicable)

The Transmission of Monetary Policy in Canada (published in 1996, available at Can$20 plus GST and PST, where applicable)*

Bilingualism at the Bank of Canada (published annually)*

Bank of Canada Publications Catalogue, 2005*
A collection of short abstracts of articles and research papers published in 2005. Includes a listing of work by Bank economists published in outside journals and proceedings.

Planning an Evolution: The Story of the Canadian Payments Association, 1980–2002
James F. Dingle (published June 2003)*

About the Bank (published March 2004)*

* These publications are available on the Bank's website, **www.bankofcanada.ca**

Conference Proceedings

Money Markets and Central Bank Operations, November 1995

Exchange Rates and Monetary Policy, October 1996

Price Stability, Inflation Targets, and Monetary Policy, May 1997*

Information in Financial Asset Prices, May 1998*

Money, Monetary Policy, and Transmission Mechanisms, November 1999*

Price Stability and the Long-Run Target for Monetary Policy, June 2000*

Revisiting the Case for Flexible Exchange Rates, November 2000*

Financial Market Structure and Dynamics, November 2001*

Price Adjustment and Monetary Policy, November 2002*

Macroeconomics, Monetary Policy, and Financial Stability A Festschrift in Honour of Charles Freedman, June 2003*

The Evolving Financial System and Public Policy, December 2003*

Canada in the Global Economy, November 2004*

Inflation Targeting: Problems and Opportunites, February 2006*

Fixed Income Market, May 2006*

Conference volumes are available at Can$15 plus GST and PST, where applicable.

Technical Reports and Working Papers

Technical Reports and Working Papers are usually published in the original language only, with an abstract in both official languages. Single copies may be obtained without charge from: Publications Distribution, Communications Department, Bank of Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0G9.
Technical Reports dating back to 1982 are available on the Bank's website, as are Working Papers back to 1994. Consult the April 1988 issue of the *Bank of Canada Review* for a list of Technical Reports and Staff Research Studies published prior to 1982.

Technical Reports*

2000
88 International Financial Crises and Flexible Exchange Rates: Some Policy Lessons from Canada
(J. Murray, M. Zelmer, and Z. Antia)
2001
89 Core Inflation
(S. Hogan, M. Johnson, and T. Laflèche)
2002
90 Dollarization in Canada: The Buck Stops There
(J. Murray and J. Powell)
91 The Financial Services Sector: An Update on Recent Developments
(C. Freedman and C. Goodlet)
92 The Performance and Robustness of Simple Monetary Policy Rules in Models of the Canadian Economy
(D. Côté, J. Kuszczak, J.-P. Lam, Y. Liu, and P. St-Amant)
2003
93 Money in the Bank (of Canada)
(D. Longworth)
94 A Comparison of Twelve Macroeconomic Models of the Canadian Economy
(D. Côté, J. Kuszczak, J.-P. Lam, Y. Liu, and P. St-Amant)
95 Essays on Financial Stability
(J. Chant, A. Lai, M. Illing, and F. Daniel)
2005
96 MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy
(M.-A. Gosselin and R. Lalonde)

Working Papers*

2005
1 Self-Enforcing Labour Contracts and the Dynamics Puzzle
(C. Calmès)
2 The Stochastic Discount Factor: Extending the Volatility Bound and a New Approach to Portfolio Selection with Higher-Order Moments
(F. Chabi-Yo, R. Garcia, and E. Renault)
3 Pre-Bid Run-Ups Ahead of Canadian Takeovers: How Big Is the Problem?
(M. R. King and M. Padalko)
4 State-Dependent or Time-Dependent Pricing: Does It Matter for Recent U.S. Inflation?
(P. J. Klenow and O. Kryvtsov)
5 Y a-t-il eu surinvestissement au Canada durant la seconde moitié des années 1990?
(S. Martel)
6 Monetary Policy under Model and Data-Parameter Uncertainty
(G. Cateau)
7 Determinants of Borrowing Limits on Credit Cards
(S. Dey and G. Mumy)
8 Recent Developments in Self-Employment in Canada
(N. Kamhi and D. Leung)
9 State Dependence in Fundamentals and Preferences Explains Risk-Aversion Puzzle
(F. Chabi-Yo, R. Garcia, and E. Renault)
10 Educational Spillovers: Does One Size Fit All?
(R. Baumann and R. Solomon)
11 An Analysis of Closure Policy under Alternative Regulatory Structures
(G. Caldwell)
12 Do Exchange Rates Affect the Capital-Labour Ratio? Panel Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(D. Leung and T. Yuen)
13 Efficiency and Economies of Scale of Large Canadian Banks
(J. Allen and Y. Liu)
14 Labour Market Adjustments to Exchange Rate Fluctuations: Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(D. Leung and T. Yuen)
15 Learning-by-Doing or Habit Formation?
(H. Bouakez and T. Kano)
16 Endogenous Central Bank Credibility in a Small Forward-Looking Model of the U.S. Economy
(R. Lalonde)
17 Risk Perceptions and Attitudes
(M. Misina)
18 Lines of Credit and Consumption Smoothing: The Choice between Credit Cards and Home Equity Lines of Credit
(S. Dey)
19 Bank Failures and Bank Fundamentals: A Comparative Analysis of Latin America and East Asia during the Nineties Using Bank-Level Data
(M. Arena)
20 La fonction de production et les données canadiennes
(P. Perrier)
21 The Effectiveness of Official Foreign Exchange Intervention in a Small Open Economy: The Case of the Canadian Dollar
(R. Fatum and M.R. King)
22 The Effects of the Exchange Rate on Investment: Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(T. Harchaoui, F. Tarkhani, and T. Yuen)
23 Pocket Banks and Out-of-Pocket Losses: Links between Corruption and Contagion
(R. H. Solomon)
24 A Search Model of Venture Capital, Entrepreneurship, and Unemployment
(R. Boadway, O. Secrieru, and M. Vigneault)
25 The Impact of Unanticipated Defaults in Canada's Large Value Transfer System
(D. McVanel)
26 Uninsured Idiosyncratic Production Risk with Borrowing Constraints
(F. Covas)
27 Inflation Dynamics and the New Keynesian Phillips Curve: An Identification-Robust Econometric Analysis
(J.-M. Dufour, L. Khalaf, and M. Kichian)
28 Inflation and Relative Price Dispersion in Canada: An Empirical Assessment
(A. Binette and S. Martel)

* These publications are available on the Bank's website, **www.bankofcanada.ca**

Working Papers* (continued)

2005

29 Has Exchange Rate Pass-Through Really Declined in Canada?
(H. Bouakez and N. Rebei)

30 Intertemporal Substitution in Macroeconomics: Evidence from a Two-Dimensional Labour Supply Model with Money
(A. Dib and L. Phaneuf)

31 Forecasting Canadian GDP: Region-Specific versus Countrywide Information
(F. Demers and D. Dupuis)

32 Degree of Internationalization and Performance: An Analysis of Canadian Banks
(W. Hejazi and E. Santor)

33 Does Financial Structure Matter for the Information Content of Financial Indicators?
(R. Djoudad, J. Selody, and C. Wilkins)

34 The Exchange Rate and Canadian Inflation Targeting
(C. Ragan)

35 Testing the Parametric Specification of the Diffusion Function in a Diffusion Process
(F. Li)

36 The Canadian Macroeconomy and the Yield Curve: An Equilibrium-Based Approach
(R. Garcia and R. Luger)

37 Quantity, Quality, and Relevance: Central Bank Research,1990–2003
P. St-Amant, G. Tkacz, A. Guérard-Langlois, and L. Morel

38 An Empirical Analysis of Foreign Exchange Reserves in Emerging Asia
(M.-A. Gosselin and N. Parent)

39 Measurement Bias in the Canadian Consumer Price Index
(J. Rossiter)

40 Subordinated Debt and Market Discipline in Canada
(G. Caldwell)

41 Modelling and Forecasting Housing Investment: The Case of Canada
(F. Demers)

42 Order Submission: The Choice between Limit and Market Orders
(I. Lo and S. G. Sapp)

43 The 1975–78 Anti-Inflation Program in Retrospect
(J. Sargent)

44 Forecasting Core Inflation in Canada: Should We Forecast the Aggregate or the Components?
(F. Demers and A. De Champlain

45 An Evauluation of MLE in a Model of the Nonlinear Continuous-Time Short-Term Interest Rate
(I. Lo)

2006

1 The Institutional and Political Determinants of Fiscal Adjustment
(R. Lavigne)

2 Structural Change in Covariance and Exchange Rate Pass-Through: The Case of Canada
(L. Khalaf and M. Kichian)

3 Money and Credit Factors
(P. Gilbert and E. Meijer)

4 Forecasting Canadian Time Series with the New Keynesian Model
(A. Dib, M. Gammoudi, and K. Moran)

5 Are Currency Crises Low-State Equilibria? An Empirical, Three-Interest-Rate Model
(C. M. Cornell and R. H. Solomon)

6 Regime Shifts in the Indicator Properties of Narrow Money in Canada
(T. Chan, R. Djoudad, and J. Loi)

7 Ownership Concentration and Competition in Banking Markets
(A. Lai and R. Solomon)

8 A Structural Error-Correction Model of Best Prices and Depths in the Foreign Exchange Limit Order Market
(I. Lo and S. Sapp)

9 Monetary Policy in an Estimated DSGE Model with a Financial Accelerator
(I. Christensen and A. Dib)

10 An Evaluation of Core Inflation Measures
(J. Armour)

11 The Federal Reserve's Dual Mandate: A Time-Varying Monetary Policy Priority Index for the United States
(R. Lalonde and N. Parent)

12 The Welfare Implications of Inflation versus Price-Level Targeting in a Two-Sector, Small Open Economy
(E. Ortega and N. Rebei)

13 Guarding against Large Policy Errors under Model Uncertainty
(G. Cateau)

14 Forecasting Commodity Prices: GARCH, Jumps, and Mean Reversion
(J.-T. Bernard, L. Khalaf, M. Kichian, and S. McMahon)

15 LVTS, The Overnight Market, and Monetary Policy
(N. Kamhi)

16 Benchmark Index of Risk Appetite
(M. Misina)

17 Risk-Cost Frontier and Collateral Valuation in Securities Settlement Systems for Extreme Market Events
(A. Garcia and R. Gençay)

18 Working Time over the 20th Century
(A. Ueberfeldt)

19 Institutional Quality, Trade, and the Changing Distribution of World Income
(B. Desroches and M. Francis)

20 Examining the Trade-Off between Settlement Delay and Intraday Liquidity in Canada's LVTS: A Simulation Approach
(N. Arjani)

* These publications are available on the Bank's website, **www.bankofcanada.ca**

Working Papers* (continued)
2006

21 The International Monetary Fund's Balance-Sheet and Credit Risk
(R. Felushko and E. Santor)
22 Launching the NEUQ: The New European Union Quarterly Model, A Small Model of the Euro Area and U.K. Economies
(A. Piretti and C. St.-Arnaud)
23 Convergence in a Stochastic Dynamic Heckscher-Ohlin Model
(P. Chatterjee and M. Shukayev)
24 Are Average Growth Rate and Volatility Related?
(P. Chatterjee and M. Shukayev)
25 Linear and Threshold Forecasts of Output and Inflation with Stock and Housing Prices
(G. Tkacz and C. Wilkins)
26 Using Monthly Indicators to Predict Quarterly GDP
(I. Yi Zheng and J. Rossiter)
27 Can Affine Term Structure Models Help Us Predict Exchange Rates?
(A. Diez de los Rios)
28 Estimation of the Default Risk of Publicly Traded Canadian Companies
(G. Dionne, S. Laajimi, S. Mejri, and M. Petrescu)
29 The Turning Black Tide: Energy Prices and the Canadian Dollar
(R. Issa, R. Lafrance, and J. Murray)
30 Multinationals and Exchange Rate Pass-Through
(A. Lai and O. Secrieru)
31 Assessing and Valuing the Non-Linear Structure of Hedge Fund Returns
(A. Diez de los Rios and R. Garcia)
32 Governance and the IMF: Does the Fund Follow Corporate Best Practice?
(E. Santor)
33 Are Canadian Banks Efficient? A Canada–U.S. Comparison
(J. Allen, W. Engert, and Y. Liu)
34 The Macroeconomic Effects of Non-Zero Trend Inflation
(R. Amano, S. Ambler, and N. Rebei)
35 Survey of Price-Setting Behaviour of Canadian Companies
(D. Amirault, C. Kwan, and G. Wilkinson)
36 Credit in a Tiered Payments System
(A. Lai, N. Chande, and S. O'Connor)
37 Endogenous Borrowing Constraints and Consumption Volatility in a Small Open Economy
(C. de Resende)
38 Conditioning Information and Variance Bounds on Pricing Kernels with Higher-Order Moments: Theory and Evidence
(F. Chabi-Yo)
39 Short-Run and Long-Run Causality between Monetary Policy Variables and Stock Prices
(J.-M. Dufour and D. Tessier)

* These publications are available on the Bank's website, **www.bankofcanada.ca**

Revue de la Banque du Canada

Automne 2006

Dossier spécial
Les modèles guidant la formulation de la politique monétaire

Revue de la Banque du Canada

Automne 2006

DOSSIER SPÉCIAL
LES MODÈLES GUIDANT LA FORMULATION DE LA POLITIQUE MONÉTAIRE

Introduction

Les modèles guidant la formulation de la politique monétaire 3

Articles

TOTEM, le nouveau modèle de projection et d'analyse de politiques de la Banque du Canada 5

MUSE, le nouveau modèle de projection de l'économie américaine utilisé par la Banque du Canada 21

La modélisation de canaux financiers aux fins de l'analyse de la politique monétaire 35

Le nouvel indice de taux de change effectif du dollar canadien . . . 45

Annonces diverses

Publications de la Banque du Canada 51

Veuillez prendre note qu'à compter de la présente livraison, les discours du gouverneur David Dodge et les tableaux synoptiques (A1, Sommaire des variables clés relatives à la politique monétaire, et A2, Principaux indicateurs financiers et économiques) ne seront plus publiés dans la *Revue de la Banque du Canada*. Vous pourrez toutefois continuer à lire l'intégralité des discours du gouverneur, dans les deux langues officielles, sur notre site Internet, en vous rendant à l'adresse www.banqueducanada.ca.

Les tableaux synoptiques A1 et A2 paraissent chaque mois dans les *Statistiques bancaires et financières de la Banque du Canada*. Pour savoir comment obtenir un exemplaire, reportez-vous à la page 2.

Couverture

La « prétendue » Banque du Haut-Canada — Kingston (1819-1822)

En dépit de son statut de centre des affaires du Haut-Canada (aujourd'hui l'Ontario) au début du XIX^{e} siècle, il manquait à la ville de Kingston des services bancaires susceptibles de soutenir son essor économique. Pour parer au manque chronique de liquidités et injecter des capitaux dans l'économie locale, des démarches visant à fonder un établissement bancaire s'amorcèrent dès 1810. En 1817, un groupe de commerçants kingstonnais demanda au gouvernement de lui octroyer une charte pour ouvrir une banque.

Malheureusement, la sanction royale de la loi qui devait porter création d'une banque fut reçue après l'expiration du projet de loi original. Quelques marchands décidèrent alors de renouveler la requête, mais d'autres laissèrent l'impatience les dominer. En 1818, on procéda à la rédaction des actes constitutifs, à la mise en vente des actions de la nouvelle banque et à l'élection d'un conseil d'administration. La Banque du Haut-Canada ouvrit finalement ses portes à Kingston en 1819. Cependant, malgré la consonance officielle de son nom, il s'agissait d'une banque privée, sans personnalité morale ni charte. Or, étant donné l'instabilité du système monétaire de l'époque, une charte — symbole de légalité — était indispensable autant à la crédibilité d'une banque qu'à sa survie.

Dans un premier temps, l'absence de charte ne sembla pas poser de problème. Mais lorsque les affaires de la Banque commencèrent en 1821 à présenter des failles, dans la foulée de conflits internes entre le président de l'institution et certains de ses administrateurs, celle-ci devint la cible de vives critiques. Peu après, elle fut déclarée « illégale » et, dès 1822, elle avait cessé ses opérations. Sa principale rivale, qui avait été constituée en 1821 et était établie à York (l'actuelle ville de Toronto), portait le même nom. Cette seconde Banque du Haut-Canada, dotée celle-là du statut de banque à charte légitime, entreprit de qualifier de « prétendue » la banque sans charte ni existence légale de Kingston, afin de s'en distinguer. Le terme fut d'ailleurs repris dans la législation adoptée par le gouvernement pour liquider les affaires de l'institution kingstonnaise, lesquelles, ironiquement, sont restées en suspens dans l'arène politique bien longtemps après la disparition de la Banque.

Pendant sa brève existence, la prétendue Banque du Haut-Canada a émis des coupures de 1, 2, 5 et 10 dollars. À l'instar d'autres billets de banque de la même époque, ils comportaient d'importants éléments de sécurité qui sont encore en usage aujourd'hui, dont les vignettes aux motifs faits de fines lignes, soigneusement gravés et difficiles à reproduire, et les guillochis complexes des bordures. Sur la gravure qui orne le billet de 10 dollars reproduit en couverture, on voit le port de Kingston du côté droit et les remparts du fort Henry du côté gauche. Ce billet fait partie de la Collection nationale de monnaies de la Banque du Canada.

Photographie : Gord Carter

La *Revue de la Banque du Canada* est une publication trimestrielle qui paraît en format papier et dans le site Web de la Banque (www.banqueducanada.ca). Les *Statistiques bancaires et financières* sont publiées chaque mois. Il est possible de s'abonner aux deux publications.

***Revue de la Banque du Canada* (publication trimestrielle)**	
Livraison au Canada	25 $ CAN
Livraison aux États-Unis	25 $ CAN
Livraison dans les autres pays, par courrier surface	50 $ CAN
***Statistiques bancaires et financières* (publication mensuelle)**	
Livraison au Canada	55 $ CAN
Livraison aux États-Unis	55 $ CAN
Livraison dans les autres pays, par courrier surface	120 $ CAN

Pour les bibliothèques publiques canadiennes, ainsi que les bibliothèques des ministères fédéraux et des établissements d'enseignement canadiens et étrangers, le tarif d'abonnement est réduit de moitié. On peut se procurer la *Revue* au prix de 7,50 $, le recueil statistique mensuel au prix de 5,00 $ et des tirés à part des articles au prix de 2,00 $ l'exemplaire.

Pour vous abonner ou commander des exemplaires de publications de la Banque du Canada, veuillez vous adresser à la Diffusion des publications, département des Communications, Banque du Canada, Ottawa (Ontario), Canada K1A 0G9, composer le 613 782-8248 ou le 1 877 728-8248 (sans frais en Amérique du Nord), ou encore adresser tout message électronique à publications@banqueducanada.ca. Les paiements doivent être faits en dollars canadiens à l'ordre de la Banque du Canada. Le montant des abonnements et commandes en provenance du Canada doit être majoré de 6 % pour la TPS et, s'il y a lieu, de la taxe de vente provinciale.

Pour obtenir des renseignements sur les taux d'intérêt ou les taux de change, veuillez composer le 613 782-7506.

Les modèles guidant la formulation de la politique monétaire

Paul Fenton, rédacteur invité

La Banque du Canada a une riche tradition en ce qui concerne l'élaboration et l'utilisation de modèles macroéconomiques à des fins d'analyse de politiques et de projection économique. Son premier modèle — RDX1, sigle inspiré des initiales de Research Department experimental — remonte aux années 1960. Depuis, soucieuse de continuer à disposer des outils les plus évolués pour la formulation de sa politique monétaire, elle a conçu régulièrement de nouveaux modèles en profitant de l'amélioration des techniques de modélisation et de la puissance de calcul. Deux articles de cette livraison spéciale reviennent sur les modèles récemment mis au point à la Banque, tandis qu'un troisième rend compte des recherches accomplies par notre institution pour construire des modèles qui assignent un plus grand rôle aux variables financières.

Les autorités monétaires doivent prendre des décisions en fonction d'une lecture de l'avenir, car elles savent que leurs actions ne produisent d'effet sur les dépenses et l'inflation qu'après un certain temps. Pour réduire les risques associés à l'incertitude des modèles et des données, la Banque a établi un processus complet lui permettant de réunir un vaste ensemble d'informations et d'analyses qui alimentent ses délibérations sur la politique monétaire. Les projections économiques du personnel sont un rouage essentiel de ce processus. Les économistes de la Banque se servent de modèles soigneusement structurés et de leur jugement pour prévoir l'évolution de l'économie canadienne et jauger différents scénarios. Les projections fournissent un cadre de référence pour évaluer l'information tirée d'autres sources.

Le premier article de la présente livraison est consacré à TOTEM, le nouveau modèle de projection de l'économie canadienne et d'analyse des politiques de la Banque. TOTEM appartient à une nouvelle génération de modèles macroéconomiques connus sous le nom de « modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques ». Comme tel, il possède une structure plus étoffée et simulant mieux la réalité que ceux qui l'ont précédé. Grâce à la présence de biens multiples, et notamment d'un secteur des produits de base, dans la configuration du modèle, le personnel de la Banque peut juger des effets d'un plus large éventail de chocs.

L'économie canadienne étant très ouverte et très intégrée à l'économie mondiale, la production d'analyses et de prévisions sur l'évolution de la conjoncture dans le reste du monde occupe une place primordiale dans l'élaboration de la politique monétaire au Canada. Il y a peu de temps, les économistes de la Banque ont commencé à employer un nouveau modèle macroéconométrique de l'économie américaine (MUSE) ainsi qu'un nouveau modèle pour l'Union européenne (NEUQ). Ceux-ci sont décrits dans « MUSE, le nouveau modèle de projection de l'économie américaine utilisé par la Banque du Canada ».

L'article titré « La modélisation de canaux financiers aux fins de l'analyse de la politique monétaire » expose les projets de recherche en cours à la Banque en vue de construire des modèles où les variables financières joueraient un rôle actif dans la transmission de la politique monétaire. De tels modèles pourraient faciliter l'analyse de l'information provenant de la sphère financière de l'économie et fournir une vue d'ensemble des répercussions de l'évolution financière sur les perspectives économiques actuelles. Ces recherches s'inscrivent dans la stratégie que suit la Banque pour limiter l'incidence de l'incertitude des données et des modèles sur le processus de formulation de la politique monétaire.

Le quatrième et dernier article décrit le nouvel indice de taux de change effectif du dollar canadien que la Banque vient d'adopter; cet indice rend mieux compte des changements survenus récemment dans le profil des échanges commerciaux du Canada, notamment l'importance accrue de la Chine et du Mexique, et donne un portrait plus complet de la compétitivité du Canada.

TOTEM, le nouveau modèle de projection et d'analyse de politiques de la Banque du Canada

Paul Fenton et Stephen Murchison, département des Recherches

- *Lorsque le Modèle trimestriel de prévision (MTP) est devenu en 1993 le principal outil de la Banque pour l'élaboration de projections et l'analyse de politiques, il était considéré comme l'un des plus avancés parmi les modèles des banques centrales.*
- *Depuis l'adoption du MTP, le perfectionnement des techniques de modélisation, conjugué à l'accroissement extraordinaire de la puissance de calcul, a mené au développement d'une nouvelle génération de modèles macroéconomiques appelés communément modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques. Le nouveau modèle de projection et d'analyse de politiques de la Banque du Canada, TOTEM (pour* Terms-of-Trade Economic Model*), appartient à cette génération.*
- *TOTEM comporte quatre secteurs de produits finis, ainsi qu'un volet distinct pour le secteur des produits de base. L'emploi d'un modèle à biens multiples aidera le personnel de la Banque à juger des effets d'un éventail de chocs beaucoup plus large, y compris les chocs de prix relatifs.*
- *Les paramètres de TOTEM ont été choisis en fonction de données plus récentes, qui témoignent d'une forte diminution de la volatilité et de la persistance de l'inflation. Après un choc type, par exemple, l'inflation revient à la cible de 2 % un peu plus rapidement dans le modèle TOTEM que dans le MTP, soit au bout d'environ six trimestres en moyenne.*

En décembre 2005, TOTEM (pour *Terms-of-Trade Economic Model*) a remplacé le Modèle trimestriel de prévision (MTP) à titre de principal modèle utilisé par la Banque du Canada pour l'élaboration de projections au sujet de l'économie canadienne et l'analyse de politiques[1]. Au moment de son adoption en septembre 1993, on attendait vraiment beaucoup du MTP[2]. Il devait être l'outil principal du personnel de la Banque pour établir les projections économiques sur lesquelles s'appuient les délibérations relatives à la politique monétaire (voir Macklem, 2002), et il devait servir à analyser les changements significatifs de la structure économique ou des politiques macroéconomiques qui exigent une connaissance approfondie des mécanismes d'équilibre à l'œuvre dans l'économie à long terme. Et de fait, le MTP s'est avéré un instrument précieux à tous points de vue. Il a aidé le personnel de la Banque à interpréter les chocs qui ont frappé l'économie canadienne depuis sa mise en œuvre et à clarifier bon nombre des grands enjeux macroéconomiques auxquels le Canada a été confronté dans les années 1990[3]. Le MTP a également eu une incidence

1. Deux exercices de projection ont été effectués au moyen du nouveau modèle, en parallèle avec le MTP. Murchison et Rennison (2006) brossent un tableau détaillé du modèle TOTEM.

2. Pour une description de la version statique ou version de régime permanent du MTP (MTPRP), voir Black et coll. (1994). Pour un aperçu du modèle dynamique, voir Coletti et coll. (1996).

3. Coletti et Murchison (2002) ainsi que Duguay et Longworth (1998) traitent du rôle important des modèles économiques à la Banque du Canada.

majeure sur les efforts de modélisation des autres banques centrales s'étant fixé des cibles d'inflation[4].

TOTEM reprend les grands principes et la conception de l'économie sur lesquels se fonde le MTP, mais il bénéficie du fait que ses constructeurs ont tiré parti des progrès techniques accomplis dans les domaines de l'économie et de l'informatique durant la dernière décennie pour améliorer les points forts du modèle précédent. TOTEM possède ainsi des fondements théoriques plus solides et peut mieux expliquer la dynamique de l'économie canadienne.

TOTEM reprend les grands principes et la conception de l'économie sur lesquels se fonde le MTP, mais il bénéficie du fait que ses constructeurs ont tiré parti des progrès techniques accomplis dans les domaines de l'économie et de l'informatique durant la dernière décennie pour améliorer les points forts du modèle précédent.

Le présent article a pour objet d'exposer les motifs de la mise au point du modèle TOTEM, de décrire sommairement le modèle et son étalonnage, et de présenter des simulations simples pour illustrer quelques-unes de ses principales propriétés. Un aperçu de l'évolution probable du modèle dans l'avenir clôt l'article.

Les raisons ayant motivé l'élaboration de TOTEM

Depuis que la Banque du Canada a mis en œuvre le MTP en 1993, les méthodes de la modélisation macroéconomique appliquée ont beaucoup progressé. Notons tout d'abord l'adoption d'une approche plus structurelle pour modéliser les forces dynamiques de l'économie, celle-ci étant réputée composée d'agents rationnels qui tentent chacun de leur côté de maximiser explicitement leur bien-être, compte tenu d'un ensemble de contraintes. Le comportement du modèle, en régime permanent ou non, trouve donc son origine dans une série d'hypothèses fondamentales concernant la structure de l'économie[5]. Le recours accru à la théorie économique dans le modèle dynamique donne lieu, pour sa part, à des simulations qui sont plus faciles à comprendre et à expliquer.

Par ailleurs, le perfectionnement des techniques permettant de faire intervenir plusieurs biens dans le modèle et l'accroissement de la puissance de calcul facilitent l'emploi de modèles plus complets et plus réalistes qui nécessitent moins d'hypothèses simplificatrices. Grâce à ces progrès, la structure de nouveaux modèles comme TOTEM peut être plus détaillée que ne l'était celle du MTP. En particulier, TOTEM est mieux en mesure de rendre compte des liens internationaux du Canada. Comme le MTP était un modèle à un seul bien, il parvenait mal à décrire, par exemple, la relation entre les prix des produits de base, le taux de change réel et le produit intérieur brut (PIB) réel. C'est pourquoi, lorsque survenait un choc des termes de l'échange (tel qu'une variation des cours des produits de base), le personnel de la Banque devait souvent former son propre jugement sur la question, en se fondant sur des équations complémentaires athéoriques ou d'autres modèles (cf. Macklem, 1993).

Il est désormais possible d'élaborer des modèles à biens multiples qui intègrent des agents optimisateurs dont les anticipations sont entièrement rationnelles. Ces modèles peuvent servir à examiner un large éventail de questions susceptibles d'intéresser une banque centrale, par exemple les déterminants des fluctuations du taux de change, les conséquences des mouvements des prix relatifs (y compris les cours des produits de base) et les répercussions globales des chocs propres à un secteur. En ce qui concerne ce dernier point, il est raisonnable de penser que l'effet d'une variation de la demande globale sur l'inflation mesurée par l'indice de référence[6] différera selon que cette variation résulte d'une hausse de la demande de

4. En particulier, la Banque de réserve de la Nouvelle-Zélande et la Banque de Suède utilisent des variantes du MTP. Plus récemment, le MTP a eu une influence notable sur la modélisation à la Banque du Japon. En outre, dans sa livraison du 15 juillet 2006, la revue *The Economist* (cf. Special Report—Economic Models: « Big Questions and Big Numbers ») mentionne l'influence qu'a eue le MTP sur les modèles d'autres banques centrales.

5. Cette approche a été utilisée surtout dans la version de régime permanent du MTP, et non dans sa version dynamique. L'expression « régime permanent » désigne l'équilibre à long terme prévu par le modèle, une fois dissipés les effets de tous les chocs.

6. L'indice de référence exclut huit des composantes les plus volatiles de l'indice des prix à la consommation (IPC) global et l'effet des modifications des impôts indirects sur les autres composantes. Les composantes exclues sont les fruits, les légumes, l'essence, le mazout, le gaz naturel, le transport interurbain, les produits du tabac et les intérêts sur les prêts hypothécaires.

consommation ou de la demande d'investissement[7]. En outre, un modèle à biens multiples avec agents optimisateurs permet d'examiner un ensemble plus vaste de questions. Par exemple, dans une perspective d'analyse du bien-être, la banque centrale devrait-elle prendre pour cible un indice des prix qui regroupe les biens produits au pays et les biens importés, ou concentrer son attention uniquement sur les premiers?

De plus, avec l'adoption de TOTEM, qui possède essentiellement les caractéristiques d'un modèle d'équilibre général dynamique et stochastique adapté à un cadre d'économie ouverte, les nouveaux titulaires de doctorat embauchés par la Banque connaîtront déjà la structure fondamentale du modèle avec lequel ils auront à travailler, et, par conséquent, auront moins besoin de formation. Qui plus est, l'utilisation de la structure avec agents optimisateurs est très souple. En effet, il est beaucoup plus facile d'introduire dans TOTEM de nouveaux éléments mis en avant dans la littérature ou dans les autres banques centrales que ce ne l'était dans le MTP (il est aussi plus simple de les retirer du nouveau modèle). Enfin, grâce à la linéarisation et aux nouvelles méthodes de résolution, les simulations demandent bien moins de temps avec TOTEM qu'avec le MTP.

En résumé, l'élaboration de TOTEM visait trois objectifs. Premièrement, le modèle devait être mieux ancré dans la théorie économique que le MTP, afin, notamment, de fournir des explications plus cohérentes de la dynamique du cycle économique. Deuxièmement, il devait être mieux en mesure d'analyser la gamme de chocs qui secouent régulièrement l'économie canadienne — en particulier les modifications des termes de l'échange — sans trop faire appel au jugement du personnel au moment de la production des projections trimestrielles. Troisièmement, le modèle devait être plus facile à utiliser, à entretenir et à modifier au rythme des progrès de la modélisation macroéconomique. Cela dit, la motivation des constructeurs de TOTEM n'était pas tant d'introduire une conception radicalement nouvelle du fonctionnement de l'économie que d'offrir une représentation plus riche de celui-ci.

Description générale du modèle TOTEM

TOTEM est un modèle d'équilibre général dynamique et stochastique adapté à un cadre d'économie ouverte. Il comprend quatre secteurs de produits finis, ainsi qu'un volet distinct pour le secteur des produits de base[8]. Le comportement des principales variables de TOTEM trouve son origine dans un ensemble d'hypothèses fondamentales concernant la structure de l'économie canadienne, ce qui rend le modèle beaucoup mieux à même de décrire de manière cohérente et logique l'évolution actuelle — ou probable — de l'économie canadienne. L'approche « produits multiples » permet également à TOTEM d'éclairer le personnel de la Banque sur les effets d'un éventail plus large de chocs, y compris les chocs de prix relatifs, ce que les modèles à un bien comme le MTP permettaient difficilement du fait que les prix relatifs n'y jouaient aucun rôle.

Le comportement des principales variables de TOTEM trouve son origine dans un ensemble d'hypothèses fondamentales concernant la structure de l'économie canadienne.

Le modèle TOTEM définit quatre catégories d'agents : les ménages, les entreprises, les autorités monétaires (la banque centrale) et les autorités budgétaires (l'État). Les agents des trois premières catégories sont réputés maximiser explicitement un objectif, compte tenu d'un ensemble de contraintes bien définies. Par exemple, les entreprises souhaitent maximiser leurs profits, mais elles se heurtent à des contraintes telles que les techniques de production utilisées et la fréquence à laquelle elles peuvent réviser leurs prix. De leur côté, les consommateurs cherchent à maximiser leur bien-être, ou « utilité », sous réserve d'une contrainte budgétaire qui limite le rythme de leur endettement. Enfin, la banque centrale désire maximiser le bien-être des consommateurs en minimisant les écarts de l'inflation par rapport à la cible, ceux de la production par rapport au potentiel et les fluctuations des taux d'intérêt, tout en reconnaissant que la structure de l'économie puisse constituer une entrave à l'atteinte simultanée de ces divers objectifs (Cayen, Corbett et Perrier, à paraître).

7. Dans un modèle à un seul bien, une hausse de 1 % de la demande globale aura le même effet initial sur les prix que cette hausse résulte d'une augmentation de la demande de consommation ou de la demande d'investissement.

8. Pour une analyse intuitive des modèles d'équilibre général dynamiques, voir Moran (2000-2001).

Dans TOTEM, la politique budgétaire est modélisée de la manière traditionnelle : l'État prélève des impôts directs et indirects, puis il en dépense le produit ou le transfère aux consommateurs suivant un ensemble de règles qui cadrent avec la réalisation à moyen terme d'un ratio dette/PIB préétabli. Les effets que ces règles génèrent à court terme sont étalonnés de façon à reproduire l'évolution passée de la politique budgétaire au Canada.

Examinons maintenant en détail le rôle que jouent les consommateurs (ou ménages) dans le modèle. TOTEM suppose l'existence de deux types de consommateurs, qui se distinguent uniquement par leur accès aux marchés des actifs et du crédit. Les consommateurs du premier type sont soumis à une contrainte budgétaire portant sur la vie entière, mais ils peuvent emprunter ou épargner librement de manière à répartir leur consommation dans le temps. Ces agents fondent leurs décisions de consommation sur leur revenu à vie prévu, et ils opteront pour un sentier de consommation très lisse au fil du temps lorsque le taux d'intérêt réel est constant. Si les taux d'intérêt réels augmentent, ces ménages accroîtront temporairement leur épargne, et vice-versa, afin de tirer pleinement profit de la variation du loyer de l'argent. On suppose en outre que ces agents sont les propriétaires des entreprises nationales et en reçoivent les profits éventuels.

À l'inverse, les consommateurs « à revenu courant » sont soumis à une contrainte budgétaire qui égalise à chaque période leur consommation courante à leur revenu disponible, y compris les paiements de transfert en provenance de l'État. Outre qu'ils sont incapables d'épargner ou de désépargner, les consommateurs de ce type ne détiennent pas d'actions d'entreprises et ne touchent pas de dividendes. Leur présence dans TOTEM traduit tout simplement le fait que les ménages dans l'économie ne jouissent pas tous d'un accès illimité aux marchés du crédit, contrairement à ce que supposent normalement les modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques. Du point de vue du comportement du modèle, l'existence de ménages « à revenu courant » implique principalement que les modifications des impôts et des paiements de transfert ont des effets plus importants sur la consommation.

Les deux types de ménages offrent leur force de travail aux producteurs nationaux et reçoivent la même rémunération horaire, qu'ils ont négociée avec l'entreprise. Il importe ici de noter que les travailleurs sont censés posséder des compétences qui leur sont propres en partie, ce qui suppose une substituabilité imparfaite des travailleurs. Cette hypothèse sur la structure du marché du travail est cruciale, car elle signifie que les travailleurs disposent d'un certain pouvoir de marché pour déterminer leur rémunération. Nous postulons également que les travailleurs et les entreprises renégocient le salaire nominal environ tous les six trimestres, en moyenne, plutôt qu'à chaque période. De plus, les renouvellements de contrats sont échelonnés dans le temps, de sorte qu'une proportion fixe des contrats sont renouvelés à chaque période. L'hypothèse de rigidité des salaires nominaux jouera un rôle primordial dans la création des cycles économiques dans TOTEM, en même temps qu'elle permettra à la politique monétaire d'influer à court terme sur des variables réelles comme le PIB (non-neutralité de la monnaie).

Dans la détermination du salaire réel souhaité par les ménages, l'hypothèse selon laquelle ceux-ci attachent une valeur tant aux loisirs qu'à la consommation implique qu'ils prendront en considération *et* leur niveau de consommation courant *et* le nombre d'heures qu'ils travaillent lorsqu'ils négocieront leurs conditions salariales. Toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de la consommation ou du nombre d'heures de travail amènera les ménages à exiger une hausse de leur salaire réel; cela s'explique, dans le premier cas, par le fait qu'un niveau de consommation élevé rend le loisir relativement plus intéressant. Il s'ensuit que la seule manière de convaincre les ménages de continuer à travailler le même nombre d'heures est de majorer leur salaire réel.

Examinons maintenant le volet entreprises du modèle. TOTEM comprend quatre catégories de produits finis : les biens et services finaux, les biens d'équipement, les biens publics et les biens d'exportation. Chaque type d'entreprise combine du capital, de la main-d'œuvre, des matières premières et des importations pour produire un bien fini. Dans la version actuelle de TOTEM, ces biens ne se distinguent que par leur teneur relative en importations; toutefois, les versions ultérieures autoriseront des différences d'intensité relative pour tous les intrants. La fonction de production des biens finis est caractérisée par une élasticité de substitution constante. Il est possible d'utiliser plus de capital, mais à un certain coût. Autrement dit, si une entreprise décide de faire une utilisation plus intensive de son capital (en ajoutant par exemple une période de travail), son stock de capital vieillira plus rapidement et, par conséquent, sa productivité diminuera.

En plus de choisir la combinaison optimale d'intrants, les entreprises cherchent à fixer le prix de leur produit

en vue de maximiser les profits attendus. Selon l'hypothèse que l'élasticité de la demande d'un produit particulier est constante, le prix qui permet de maximiser le profit est égal au coût marginal majoré d'une marge fixe[9]. Cependant, comme pour les salaires nominaux, nous supposons qu'il est coûteux pour un producteur de réviser ses prix; les rajustements seront donc peu fréquents, et ils seront échelonnés dans le temps[10]. En conséquence, les entreprises ne pourront pas maintenir une marge constante par rapport au coût marginal, sauf en régime permanent. Sachant que le prix qu'elles vont fixer sera probablement en vigueur durant plusieurs trimestres, les entreprises établiront leur prix nominal de manière à maintenir un certain taux de marge sur l'ensemble de la période. Les chocs qui suivront entraîneront une modification des prix relatifs entre producteurs, et donc une variation du chiffre des ventes, et les entreprises pratiquant les prix les plus bas accroîtront leur part du marché.

Les importations sont considérées comme des intrants et non comme des biens finaux. Un importateur achète des biens sur un marché étranger selon la loi du prix unique et les revend à des fabricants de biens finis à un prix qui n'est rajusté que périodiquement. C'est pourquoi les variations des taux de change ou des prix à l'étranger ne se répercutent pas entièrement ni immédiatement sur le prix payé par les producteurs nationaux. En outre, comme les prix des intrants importés et ceux des produits finis sont rigides, le modèle comporte un élément de rigidité « verticale » des prix, touchant plus d'un maillon de la chaîne d'approvisionnement, ce qui est indispensable pour pouvoir représenter de façon réaliste le degré de répercussion des variations du taux de change sur l'indice des prix à la consommation (IPC).

TOTEM englobe également un volet distinct pour le secteur des produits de base. Cette caractéristique est importante dans le cas du Canada, non seulement parce que la production de matières premières compte pour environ 13 % du PIB au pays, mais aussi parce que le secteur des produits finis et celui des matières premières n'ont pas la même fonction de production ni la même structure concurrentielle. La production de matières premières est majoritairement très inélastique par rapport aux prix en courte période. Par ailleurs, il est difficile de distinguer les matières premières produites au Canada de celles produites à l'étranger. Enfin, pour la plupart d'entre elles, on peut considérer le Canada comme un preneur de prix : il n'est pas un producteur assez important pour avoir une influence sur les cours mondiaux des produits de base. Pour bien cerner les effets des fluctuations des prix des matières premières, un modèle doit opérer une distinction claire entre le secteur des produits de base et le secteur de la fabrication, de même qu'entre leurs marchés respectifs. Dans TOTEM, les produits de base sont exportés, consommés directement par les ménages ou utilisés dans la fabrication de produits finis.

Il convient de mettre en relief deux aspects particuliers de TOTEM qui revêtent une grande importance dans la conduite de la politique monétaire : la modélisation du processus d'inflation et le mécanisme de transmission de la politique monétaire. Ces deux aspects font également ressortir des différences conceptuelles intéressantes entre TOTEM et le MTP.

Le processus d'inflation

Le modèle TOTEM et le MTP diffèrent quelque peu en ce qui a trait à la théorie de la détermination des prix. En effet, les deux modèles n'expliquent pas de la même façon pourquoi, par exemple, l'inflation tend à augmenter lorsque la demande excède l'offre à long terme. Dans TOTEM, les hausses de prix sont imputables aux augmentations du coût marginal, alors que, dans le MTP, l'écart de production est le déterminant premier de l'inflation en courte période. Malgré ces distinctions d'ordre conceptuel, l'inflation ne se comporte pas de manière très différente dans les deux modèles, puisqu'en règle générale, les variations de coûts coïncident avec celles de l'écart de production. Les différences quantitatives qui se dégagent pour ce qui est de l'inflation s'expliquent par l'échantillon de données utilisé pour l'étalonnage de TOTEM (voir ci-après la section « Étalonnage du modèle »), et non par les dissimilitudes dans les structures de marché présumées.

Comme cela est maintenant la règle dans la littérature portant sur les modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques, les entreprises dans TOTEM cherchent à maximiser les profits dans un contexte où l'élasticité de la demande de leurs produits est supposée fixe et les prix supposés rigides. On déduit naturellement de ces hypothèses que l'inflation est déterminée exclusivement par les variations courantes et attendues du coût marginal. De son côté, le coût marginal augmente avec le niveau de production de l'entreprise,

9. Comme pour le marché du travail, le marché des biens est censé être caractérisé par une concurrence imparfaite, ce qui signifie que les entreprises peuvent demeurer en activité même si elles fixent un prix différent de celui de leurs compétiteurs. Le coût marginal est le coût que supporte une entreprise pour produire une unité additionnelle.

10. Dans le modèle TOTEM, la fréquence de révision des prix a été établie à six mois environ, ce qui est à peu près conforme aux données d'enquête présentées dans Amirault, Kwan et Wilkinson (2006).

c'est-à-dire que la courbe d'offre à court terme de l'entreprise est ascendante. Par exemple, un accroissement de la production sera généralement associé à une hausse des dépenses d'investissement et à une utilisation plus intensive de l'équipement existant. Ces deux facteurs réduisent la productivité de l'entreprise, étant donné que l'installation de nouveaux équipements perturbe la production et que l'augmentation des taux d'utilisation amène une dépréciation plus rapide du stock de capital existant.

Dans TOTEM, les hausses de prix sont imputables aux augmentations du coût marginal, alors que, dans le MTP, l'écart de production est le déterminant premier de l'inflation en courte période.

Le mécanisme de transmission de la politique monétaire

Dans le cadre actuel de conduite de la politique monétaire au Canada, l'instrument des autorités est le taux cible du financement à un jour[11]. Dans le modèle TOTEM, la Banque du Canada influe sur le taux nominal du papier commercial à 90 jours en agissant sur le taux du financement à un jour. Cela dit, le niveau du taux nominal à court terme n'a pas d'effet direct sur la dépense réelle. Les décisions de consommation et d'investissement se fondent plutôt sur la trajectoire attendue des taux d'intérêt réels à court terme pour l'ensemble des horizons envisagés, ce qui revient à poser que la demande au sein de l'économie est influencée par un taux d'intérêt réel à long terme. Il convient de noter que les variations des taux d'intérêt nominaux à court terme n'influent sur ce taux réel à long terme que parce que les prix et les salaires ne sont pas parfaitement flexibles en courte période. De même, la politique monétaire n'a d'incidence sur la balance commerciale que si les variations des taux d'intérêt nominaux se répercutent sur le taux de change réel, laquelle condition est aussi liée à l'hypothèse de rigidité nominale. Dans un monde où les prix et les salaires sont parfaitement flexibles, la politique monétaire influe sur les prix, mais non sur l'activité réelle. À l'inverse, dans un contexte de grande rigidité nominale, la politique monétaire agit sur l'inflation principalement par les effets qu'elle exerce sur l'activité réelle.

Dans le MTP, l'écart de rendement corrigé[12] jouait par hypothèse un double rôle, soit celui d'instrument de la politique monétaire et celui de variable influant sur les décisions de consommation et d'épargne des ménages. En d'autres termes, il existait un rapport direct entre les mesures prises par la banque centrale et la consommation, ce qui rendait impossible l'étude de la relation entre les effets de la politique monétaire et le degré de rigidité nominale[13].

L'étalonnage du modèle

Comme d'autres modèles économiques, TOTEM renferme de nombreux paramètres pour lesquels la théorie économique ne définit pas de valeurs précises, sinon un éventail sensé de valeurs parmi lesquelles on doit choisir celles qui permettent au modèle de recréer le plus exactement possible le comportement de l'économie au cours d'une période donnée. Les valeurs de bon nombre des paramètres de TOTEM ont ainsi été établies de manière que le régime permanent décrit dans le modèle reproduise parfaitement les principales moyennes observées sur la période de 1980 à 2004. Les valeurs des autres paramètres se fondent sur les estimations contenues dans la littérature ou ont été choisies en fonction de la capacité du modèle de coller aux caractéristiques les plus importantes des cycles économiques passés. On a porté une attention particulière à la capacité du modèle de reproduire certaines corrélations temporelles croisées qui paraissent robustes dans les données chronologiques ainsi qu'aux profils de réaction théoriques qui se dégagent du modèle.

Les propriétés temporelles de certaines variables macroéconomiques clés, notamment l'inflation, se sont modifiées sensiblement depuis le début des années 1990 (voir Longworth, 2002, pour une étude approfondie de la question). Bien qu'on ne puisse dire exactement à quand remonte leur diminution, la

11. Le taux du financement à un jour est le taux d'intérêt auquel les principales institutions financières empruntent et prêtent des fonds à un jour; la Banque fixe une valeur cible pour ce taux.

12. Soit la différence entre le taux du papier commercial à 90 jours et le rendement d'une obligation d'État à 10 ans corrigée en fonction d'une mesure de la prime de terme.

13. L'emploi de l'écart de rendement se justifiait à cette époque par le fait que cet écart reflétait mieux l'orientation de la politique monétaire que les taux d'intérêt à court terme et était un moyen simple de rendre compte des effets de l'ensemble de la structure des taux d'intérêt sur la dépense globale (Coletti et autres, 1996).

volatilité et la persistance de l'inflation sont beaucoup moins fortes depuis les années 1990. De plus, la pente de la courbe de Phillips empirique a diminué, et les mouvements du taux de change se répercutent moins sur l'IPC. Autrement dit, l'inflation est aujourd'hui moins sensible aux pressions du côté de la demande ou de l'offre ainsi qu'aux variations des prix relatifs tels que le taux de change.

Cette évolution des propriétés de l'inflation trouve son expression dans le modèle TOTEM. En ce qui a trait à la persistance de l'inflation par exemple, il s'écoule avec TOTEM sept trimestres en moyenne — comparativement à dix environ avec le MTP — avant que l'inflation ne revienne à la cible après un choc macroéconomique de l'envergure de ceux observés entre 1980 et 2004[14]. En outre, si l'on ne retient que les chocs survenus durant la période de 1991 à 2005, où la volatilité était moindre, le délai moyen de retour à la cible tombe à six trimestres (Cayen, Corbett et Perrier, à paraître)[15].

Une conséquence importante de la réduction de la persistance de l'inflation structurelle est que les autorités monétaires n'ont plus besoin de se projeter aussi loin dans l'avenir pour élaborer leur politique, puisque, toutes choses égales par ailleurs, l'effet maximal des mesures de politique monétaire sur l'inflation se manifeste plus tôt qu'avant. Cette conséquence trouve son écho dans l'étalonnage de la règle de politique monétaire de TOTEM : lorsqu'il est défini au regard de l'inflation mesurée sur douze mois, l'horizon de rétroaction est d'un an, ici encore environ la moitié de l'horizon présumé dans le MTP (six à huit trimestres).

Le degré de répercussion des mouvements de change sur les prix — défini comme la variation en pourcentage de l'indice de référence, à un horizon donné, résultant d'une variation initiale de persistance moyenne de 1 % du taux de change — est beaucoup moins élevé dans le modèle TOTEM que dans le MTP au delà de deux ans. À l'horizon d'un an, l'incidence d'une telle variation s'établit à quelque 0,05 % dans chacun des modèles. Toutefois, à l'horizon de deux ans, elle atteint 0,18 % dans le MTP, soit environ le double du chiffre obtenu dans TOTEM, et l'écart s'élargit à mesure que l'horizon s'éloigne.

On observe le même genre de différences entre les deux modèles en ce qui a trait à l'effet de la demande (ou de l'offre) excédentaire sur l'inflation. D'une manière générale, un choc de demande intérieure provoque une inflation moindre et l'effet maximal intervient plus tôt et se dissipe plus rapidement dans TOTEM que dans le MTP.

Les propriétés du modèle : quelques exemples de chocs

Afin d'illustrer les propriétés les plus importantes du modèle TOTEM, nous analysons dans la présente section les conséquences de trois chocs exogènes : 1) une hausse temporaire du niveau de consommation désiré des ménages; 2) une variation passagère de la prime de risque-pays ou du taux de change; et 3) une variation temporaire des cours mondiaux des produits de base. Considérés ensemble, ces chocs permettent de mettre en lumière les principaux mécanismes de propagation propres au modèle. Ils sont également représentatifs des types de chocs auquel est confronté le personnel de la Banque durant les projections trimestrielles. Par souci de concision, seules les répercussions des deux premiers chocs (consommation et taux de change) sur l'ensemble de l'économie sont examinées; le troisième choc (qui touche les cours des produits de base) est étudié plus en détail, en particulier sous l'angle de ses retombées au niveau sectoriel.

Choc de consommation

Le premier choc simulé vise à illustrer les effets d'une augmentation de source exogène de la demande intérieure; il correspond en l'occurrence à une diminution temporaire du niveau désiré de l'épargne des ménages qui donne lieu à une hausse de la consommation de 1,25 % environ à la fin de la première année suivant le choc.

La Figure 1 présente les réactions des principales variables macroéconomiques[16]. Deux observations ressortent au départ. Premièrement, en régime permanent, le choc n'a d'effets réels ni sur les stocks ni sur les flux, puisqu'il est supposé temporaire.

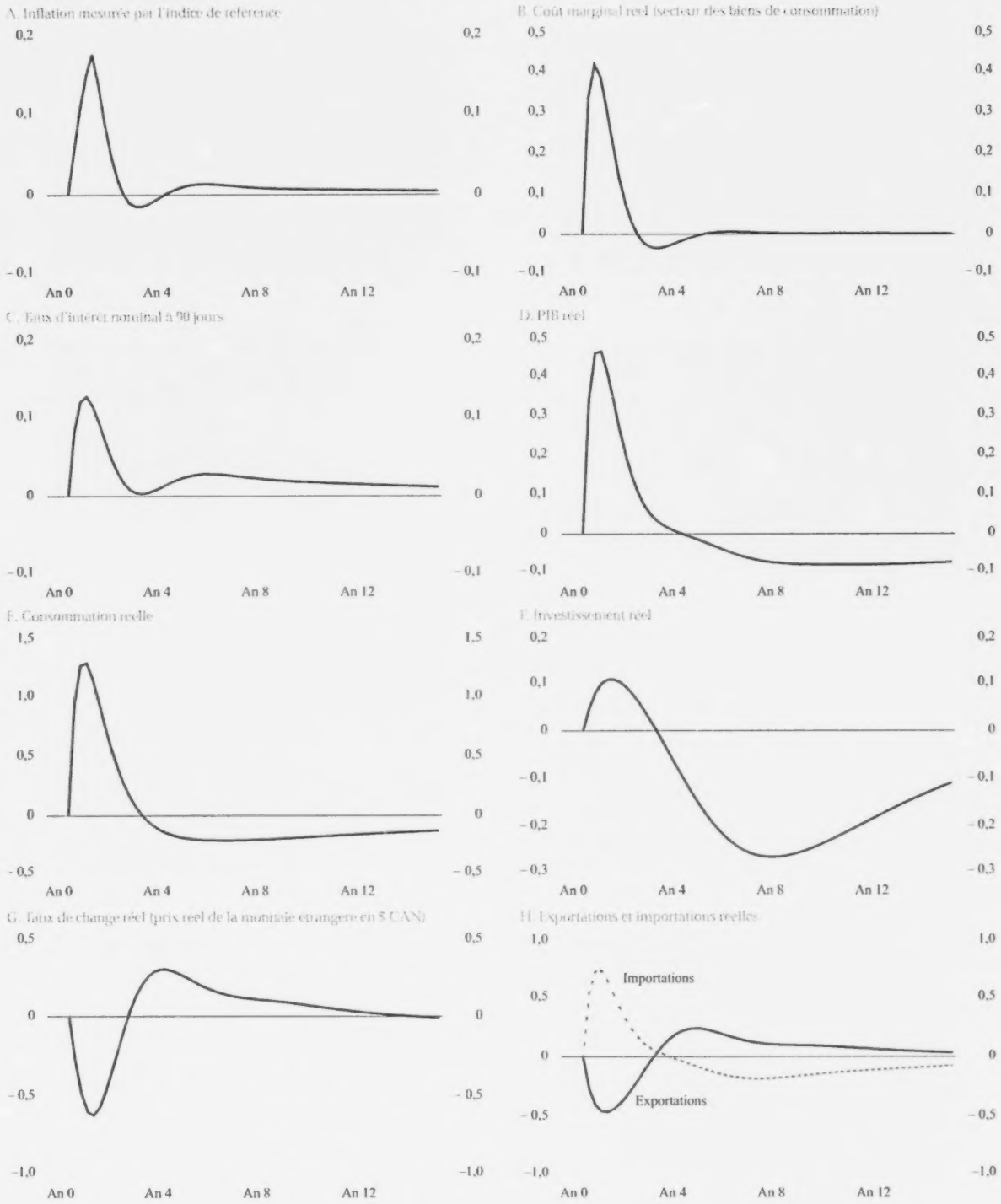
14. Pour une analyse récente du choix d'un horizon approprié pour la cible d'inflation au Canada, consulter l'article de Coletti, Selody et Wilkins (2006).

15. Il est important de noter ici que nous utilisons un critère absolu (à savoir, un taux d'inflation à moins de 0,05 point de pourcentage du taux visé, ou se situant entre 1,95 et 2,05 %) pour mesurer le temps que l'inflation met pour retourner à la cible durant la période de 1991 à 2005. Par conséquent, la réduction du délai, tel qu'il est défini ici, s'explique par la réduction de la volatilité et de la persistance de l'inflation évoquées plus haut.

16. L'écart par rapport à la simulation de référence (qui ne comporte aucun choc) est exprimé en pourcentage dans le cas de toutes les variables, sauf dans celui du taux d'intérêt et du taux d'inflation, où il est mesuré en points de pourcentage. Les simulations étant menées au moyen d'une version linéarisée de TOTEM, le point de départ (ou de référence) n'influe pas sur leurs résultats. En outre, la réaction du modèle est en relation linéaire avec l'ampleur du choc.

Figure 1

Choc de consommation


A. Inflation mesurée par l'indice de référence
B. Coût marginal réel (secteur des biens de consommation)
C. Taux d'intérêt nominal à 90 jours
D. PIB réel
E. Consommation réelle
F. Investissement réel
G. Taux de change réel (prix réel de la monnaie étrangère en $ CAN)
H. Exportations et importations réelles
Importations
Exportations
An 0
An 4
An 8
An 12

Deuxièmement, l'inflation réagit très peu au choc et revient rapidement au sentier d'évolution initial.

Si on examine plus attentivement les résultats de la simulation, à commencer par la composition de la demande intérieure, on remarque d'abord que la structure à produits multiples de TOTEM a une influence sur les résultats. La hausse de la consommation déclenche immédiatement un accroissement des taux d'intérêt réels, ce qui provoque une appréciation réelle de la monnaie et une baisse du prix relatif de l'investissement, étant donné la forte teneur en importations des biens d'équipement au Canada. Le prix relatif de l'investissement diminue suffisamment pour susciter une faible augmentation de la demande de biens d'équipement. Celle-ci culmine à un peu plus de 0,1 % au milieu de la deuxième année de la simulation[17].

La hausse temporaire de la consommation se traduit par une progression du PIB réel de près de 0,5 % à la fin de la première année, après quoi la production revient progressivement à sa trajectoire de référence. La vigueur de la demande de biens de consommation, qui nécessite l'importation d'intrants, conjuguée à une appréciation réelle de la monnaie de 0,6 % entraîne un élan de 0,7 % de la demande d'importations, tandis que les exportations reculent de quelque 0,5 %. En conséquence, si les chocs touchant la demande intérieure font augmenter le PIB, ils contribuent aussi à une détérioration de la balance commerciale, ce qui donne à penser que la consommation supplémentaire est financée en partie par des capitaux extérieurs.

Il est également instructif d'étudier de plus près les réactions du côté de l'offre. Dans le modèle TOTEM, les entreprises répondent à une hausse imprévue de la demande de biens de consommation à court terme en utilisant plus d'intrants : main-d'œuvre, services du capital, matières premières et importations. S'il est vrai que les entreprises déterminent la combinaison d'intrants requis de manière à minimiser leurs coûts, aucune combinaison ne leur permet d'augmenter la production sans accroître leur coût marginal, même si les prix des intrants demeurent inchangés. En raison des coûts plus élevés, toutes les entreprises qui haussent la production aimeraient majorer leur prix afin de conserver leur marge bénéficiaire. Or, comme seulement une partie d'entre elles peuvent modifier leur prix au moment du choc, dans l'ensemble, les prix grimperont moins que le coût marginal, et le taux de marge moyen dans le secteur des biens de consommation diminuera.

Dans le modèle TOTEM, une hausse de 0,4 % du coût marginal réel amène le taux d'accroissement sur douze mois de l'indice de référence à dépasser de 0,17 point de pourcentage la cible à la fin de la première année. Comment la politique monétaire fait-elle en sorte que l'inflation revienne rapidement à la cible? Notons d'abord que la montée de l'inflation attendue incite les autorités monétaires à relever légèrement le taux d'intérêt directeur (d'un maximum de 12 points de base) pour une période d'environ 2,5 ans. Le resserrement est certes modeste, mais, dans TOTEM, sa durée revêt autant d'importance que son ampleur du resserrement de la politique monétaire. Ainsi, la politique monétaire entre dans une phase prolongée de resserrement, qui se solde par une hausse du taux d'intérêt réel attendu. L'augmentation des taux d'intérêt réels freine les ménages dans leur élan de consommation et rend l'investissement moins intéressant aux yeux des entreprises. Elle provoque en outre une appréciation réelle de la monnaie qui favorise la substitution des intrants importés aux intrants produits sur le marché intérieur. L'appréciation du huard renchérit aussi les exportations canadiennes; celles-ci diminuent, ce qui atténue encore davantage les pressions du côté de la demande. Tous ces effets concourent à ramener la demande globale à un niveau soutenable à long terme ainsi que l'inflation au taux cible.

Dans TOTEM, la durée du relèvement du taux d'intérêt directeur revêt autant d'importance que son ampleur.

Comme dans tout modèle où interviennent des variables de stock, il y a dans TOTEM une contrepartie au sursaut de consommation passager des ménages. Dans le cas qui nous occupe, ce dernier est financé en partie par une détérioration de la position nette en actifs étrangers. Cependant, à cause de l'hypothèse voulant que le niveau souhaité de cette position demeure le même après le choc, la période de désépargne doit être contrebalancée par une période d'épargne accrue. TOTEM prévoit donc une période prolongée (débutant la quatrième année) où la

17. Ce résultat tranche avec celui que produisent généralement les modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques à un bien, à savoir que la consommation et l'investissement évoluent en sens opposé.

consommation se situe un peu en deçà de son niveau en régime permanent.

Choc de taux de change

Le deuxième choc illustre les effets d'une variation exogène de la prime de risque-pays qui provoque une dépréciation de la monnaie nationale de 6 % environ au bout d'un an. La Banque du Canada range ce genre de choc parmi ce qu'elle appelle les « variations de change de la deuxième catégorie », en ce sens qu'il ne s'agit pas d'une variation endogène imputable à un autre choc ou facteur économique qui agit directement sur la demande de biens et services canadiens; aux yeux de la Banque, cette dépréciation est le choc proprement dit[18].

Les réactions des principales variables macroéconomiques sont présentées à la Figure 2 : les traits continus correspondent aux réactions observées lorsque les paramètres dans TOTEM sont conformes à l'étalonnage de référence, qui suppose l'application d'un taux de marge net de 5 % au coût marginal en régime permanent; les traits discontinus représentent les réactions obtenues si le taux de marge est fixé à 2 % (degré de concurrence plus élevé sur le marché des biens et plus grande substituabilité des biens). Pour le moment, nous allons concentrer notre attention sur la version du modèle fondée sur l'étalonnage de référence.

Ici aussi, il convient de noter d'entrée de jeu certains résultats généraux. À l'instar du choc temporaire de consommation, le choc de taux de change n'a de retombées réelles ni sur les stocks ni sur les flux en régime permanent, parce qu'il est passager. Néanmoins, ses effets sur l'inflation sont un peu plus durables qu'ils ne l'étaient dans le cas de l'autre choc, étant donné que, dans TOTEM, la dépréciation de la monnaie nationale ne se répercute que graduellement sur les prix à l'importation et le coût marginal, alors que le choc de demande influe immédiatement sur le coût marginal.

Plus particulièrement, la dépréciation de la monnaie entraîne une hausse du prix en dollars canadiens des biens intermédiaires importés, des biens d'équipement et des produits de base — qui entrent tous dans la fabrication de produits finis. Par conséquent, elle provoque un déplacement vers la gauche de la courbe d'offre sur le marché des biens.

Les exportateurs de biens manufacturés sont touchés par le choc tant sur le plan de l'offre que sur celui de la demande. Ils voient augmenter tant le prix de leurs intrants que la demande de leurs produits. Globalement, la dépréciation de la monnaie nationale a pour conséquence de hausser les exportations combinées de biens manufacturés et de produits de base de 2 %, mais donne lieu à une baisse non négligeable de 0,35 % de la consommation.

Contrairement à ce que l'on observe dans le MTP, la dépréciation de la monnaie est immédiatement suivie dans TOTEM d'une progression des importations (de quelque 0,5 %). Cette différence vient de ce que, dans TOTEM, l'effet de substitution négatif (dû au renchérissement des intrants intermédiaires importés) est plus faible que l'effet revenu (accroissement de la demande de tous les intrants attribuable à l'essor de la demande globale). Tout compte fait, le PIB réel augmente de près de 0,4 % vers la fin de la deuxième année de la simulation et revient à sa trajectoire de référence au bout de quatre années environ.

La hausse des prix des importations, des biens d'équipement et des matières premières destinés à la production finit par faire augmenter l'inflation mesurée par l'indice de référence (augmentation qui culmine à 0,3 point de pourcentage dans la seconde année), du fait que les fabricants de produits de consommation répercutent partiellement la montée de leurs coûts sur les prix de détail. Les autorités monétaires décident par conséquent de relever le taux directeur de près de 50 points de base au cours de la deuxième année.

La modification expérimentale du degré de concurrence présumé dans le secteur des produits finis est intéressante en ce qu'elle illustre la diversité des analyses qui peuvent être menées à l'aide de modèles plus structurels comme TOTEM, dont les paramètres peuvent tous recevoir une interprétation économique explicite.

Toutes choses égales par ailleurs, lorsque la concurrence est très vive, la demande et, partant, le coût marginal sont plus sensibles à l'évolution des prix relatifs entre entreprises. Cela signifie qu'en situation de forte concurrence, les prix relatifs varieront moins, de sorte que l'inflation sera moins sensible aux modifications du coût marginal réel à l'échelle de l'économie. Le même choc de taux de change nominal pousse alors l'inflation mesurée par l'indice de référence à environ 0,17 point de pourcentage au-dessus de son niveau en régime permanent, ce qui représente environ la moitié de la hausse observée dans le cas de l'étalonnage de référence (trait discontinu à la Figure 2A). Comme l'inflation augmente moins, les autorités n'ont pas à durcir autant leur politique monétaire, et la production culmine à un peu plus de 0,8 % au-dessus de son

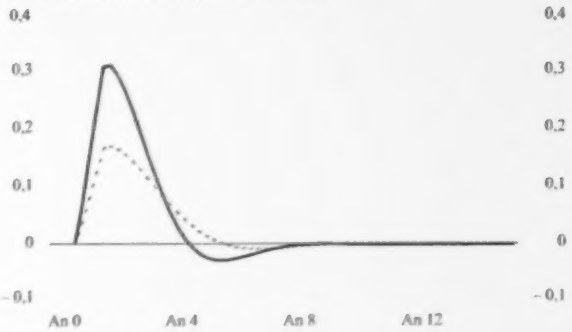
18. Voir Ragan (2005) pour une analyse des variations de change de la première et de la deuxième catégorie.

Figure 2

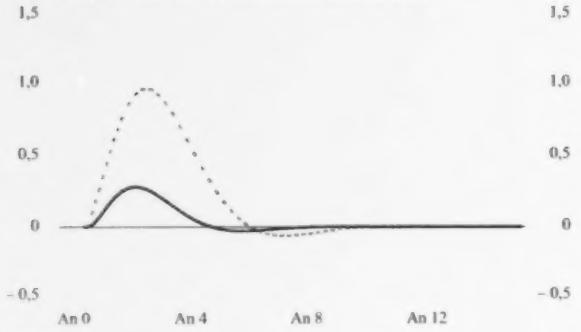
Choc de taux de change

——— : Étalonnage de référence (taux de marge de 3 % en régime permanent)
- - - - : Degré de concurrence élevé sur le marché des biens (taux de marge de 2 % en régime permanent)

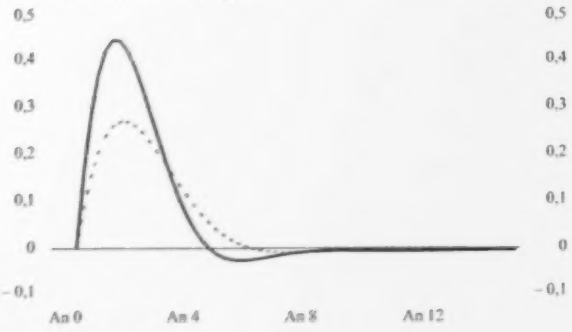
A. Inflation mesurée par l'indice de référence



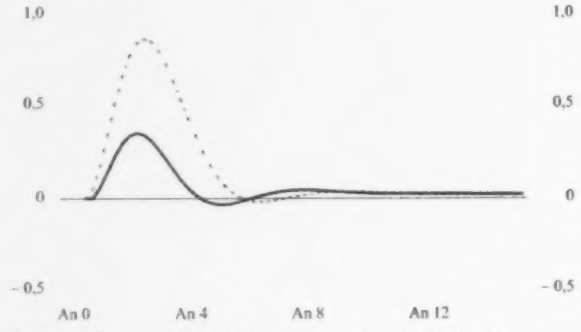
B. Coût marginal réel (secteur des biens de consommation)



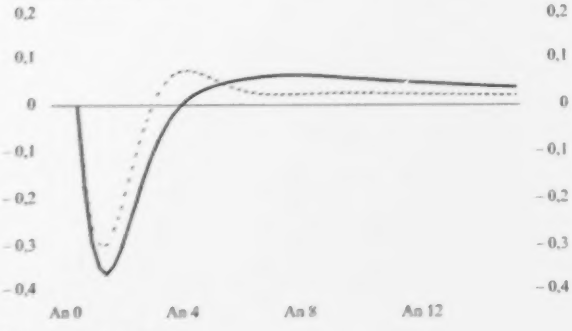
C. Taux d'intérêt nominal à 90 jours



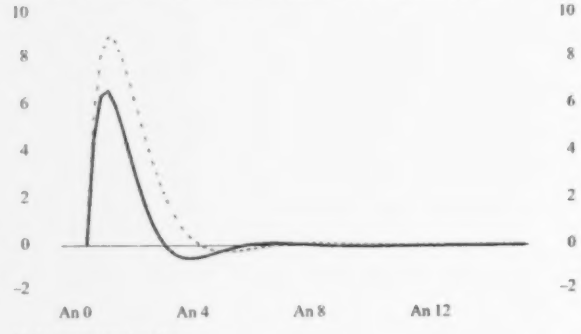
D. PIB réel



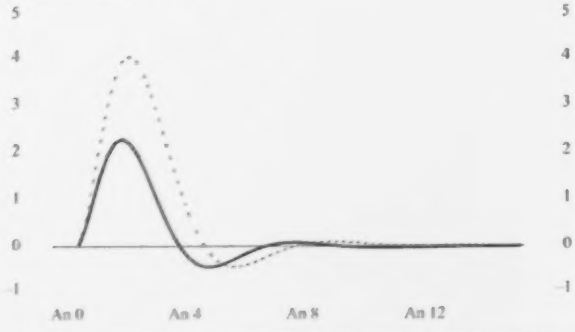
E. Consommation réelle



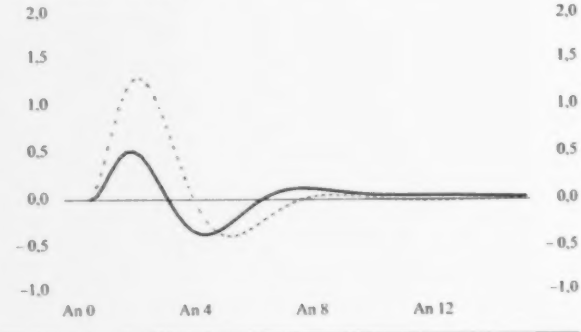
F. Taux de change réel (prix réel de la monnaie étrangère en $ CAN)



G. Exportations réelles



H. Importations réelles



niveau en régime permanent (soit plus du double de la réaction obtenue dans le cas de l'étalonnage de référence).

Choc relatif au prix des produits de base

Le troisième choc illustre les effets d'une hausse temporaire de 10 % des prix mondiaux des produits de base (énergétiques et non énergétiques) liée à une perturbation de l'offre de ces produits dans d'autres pays que le Canada, où l'offre demeure inchangée. Nous faisons aussi l'hypothèse que ce choc d'offre négatif entraîne une diminution passagère du PIB dans le reste du monde, laquelle aura pour effet de réduire la demande étrangère de biens manufacturés au Canada.

Ce qui frappe surtout dans ces résultats, c'est l'importance des prix des produits de base pour l'économie canadienne et la persistance des effets d'une variation, même temporaire, de ces prix (trois ans environ) (Figure 3). L'un des effets les plus notables de la montée des cours des matières premières est la hausse soutenue de la consommation (à peu près 0,4 % pendant les cinq premières années), qui dure près de 20 ans. Cet effet reflète la réaction des ménages à l'augmentation de leur richesse, dont témoigne l'accroissement immédiat de leurs actifs étrangers nets. De plus, comme nous supposons fixe le niveau désiré de la position nette en actifs étrangers, la consommation doit progresser encore davantage pour ramener progressivement cette position à son niveau antérieur.

Autre résultat digne de mention : l'appréciation réelle de 2,5 % de la monnaie qui se produit au cours des douze premiers mois et persiste pendant plusieurs années[19]. Cette appréciation est générée de façon endogène par le modèle afin de favoriser la croissance des importations, condition indispensable pour stabiliser la position nette en actifs étrangers puis la ramener au niveau où elle se trouvait avant le choc. Elle provoque à terme une diminution du prix des biens d'équipement à forte teneur en importations, ce qui donne lieu à une hausse appréciable des dépenses d'investissement de 0,7 % durant la cinquième année.

En ce qui concerne les échanges extérieurs, les exportations de produits de base correspondent à la différence entre l'offre et la demande de matières premières au Canada. Dans le cas d'un choc temporaire comme celui étudié ici, la réaction positive de l'offre est assez modeste[20]. Cela dit, les entreprises et les consommateurs achètent moins de produits de base à cause de la hausse de leurs prix, de sorte que les exportations de ces produits augmentent d'environ 1,4 %. À l'inverse, les exportations de biens manufacturés diminuent de 1,2 % à la fin de la deuxième année par suite de l'appréciation de la monnaie nationale et de la baisse de la demande dans le reste du monde. Enfin, les importations progressent vigoureusement (de 0,5 % la cinquième année) grâce à un effet revenu immédiat et appréciable et à un important effet de substitution qui se manifeste progressivement à mesure que les entreprises manufacturières se mettent à tirer parti de la réduction des prix à l'importation.

Pour ce qui est du marché du travail, la hausse de la demande globale s'accompagne d'un accroissement de la demande de main-d'œuvre de la part des entreprises, mesurée en heures travaillées dans TOTEM. Combinée à la montée de la consommation, l'augmentation du nombre d'heures incite les ménages à hausser leurs attentes en matière de salaire réel. Toutefois, comme seulement un petit nombre d'entre eux peuvent effectivement renégocier leurs conditions salariales à l'issue du choc (rappelons que, dans le modèle, les contrats salariaux sont échelonnés dans le temps et que leur durée est d'environ six trimestres en moyenne), la rémunération réelle globale diminue initialement de pas moins de 0,2 %, ce qui, du point de vue de l'entreprise type, aide à contenir l'ascension du coût marginal réel[21]. Ce n'est qu'au bout de trois ans environ que la rémunération réelle s'élève au-dessus de son niveau en régime permanent.

Examinons maintenant l'économie sous l'angle nominal. L'inflation mesurée par l'indice de référence augmente initialement de pas moins de 0,1 % (0,2 % pour l'inflation selon l'IPC), puis retombe au-dessous de sa trajectoire de référence au cours de la troisième année. Le comportement de l'inflation peut s'expliquer par l'effet de l'évolution des prix des produits de base et des importations sur le coût marginal réel dans le secteur des biens de consommation. Au départ, le fort renchérissement des produits de base, conjugué à un recul général de la productivité, influe à la hausse sur

19. Si la hausse des prix des produits de base était permanente, l'appréciation réelle de la monnaie serait au delà de deux fois plus importante, ce qui cadre avec la relation de cointégration mise en évidence au Canada (voir Amano et van Norden, 1995).

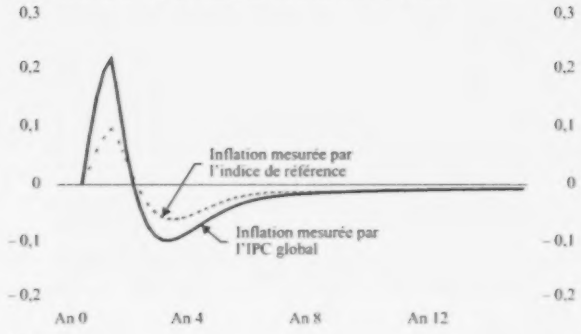
20. La réaction de l'offre dépend fondamentalement de la persistance de la hausse des cours des produits de base. Une hausse permanente susciterait une réaction positive beaucoup plus forte.

21. Dans un monde où les salaires sont flexibles, la rémunération réelle augmenterait sur-le-champ, ce qui aurait pour effet de pousser davantage à la hausse le coût marginal réel et de ralentir la croissance du PIB. Donc, dans un modèle comme TOTEM, l'élasticité de l'activité réelle par rapport aux prix des produits de base est étroitement liée au degré de flexibilité nominale sur le marché du travail.

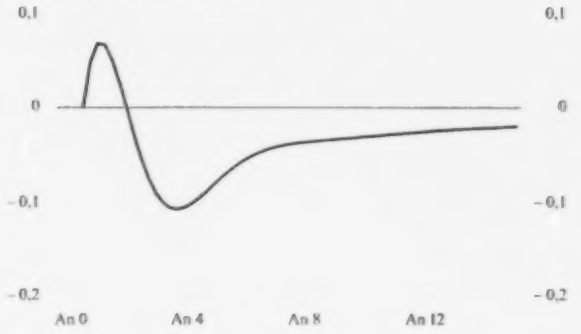
Figure 3

Choc relatif au prix des produits de base

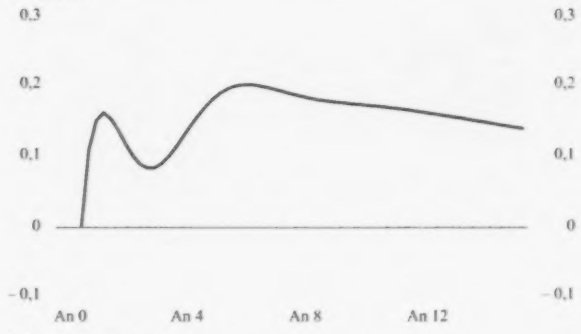
A. Inflation mesurée par l'indice de référence et l'IPC global



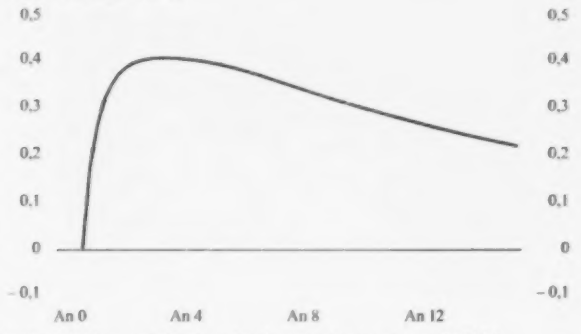
B. Taux d'intérêt nominal à 90 jours



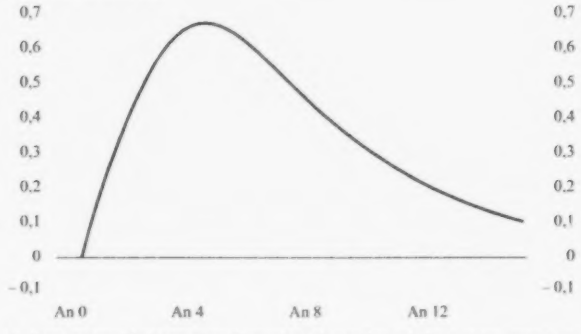
C. PIB réel



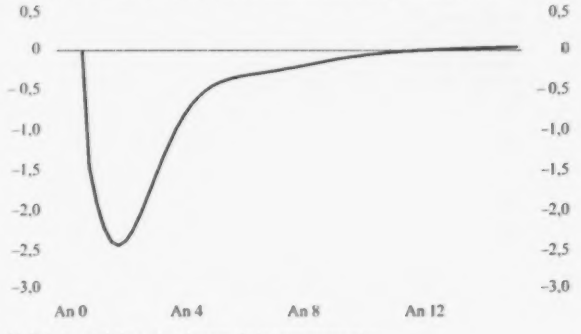
D. Consommation réelle



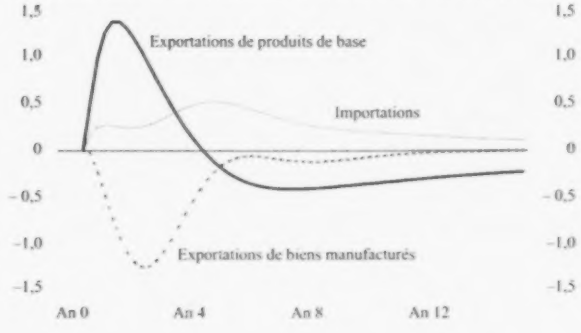
E. Investissement réel



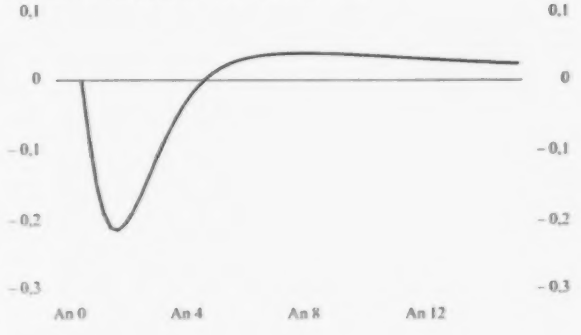
F. Taux de change réel (prix réel de la monnaie étrangère en $ CAN)



G. Exportations de biens manufacturés et de produits de base et importations



H. Salaire réel du point de vue de la consommation



le coût marginal. Cependant, lorsque les cours des produits de base redescendent à leur niveau en régime permanent et que l'appréciation de la monnaie commence à se répercuter sur le prix payé par les entreprises manufacturières pour les importations, le coût marginal réel passe au-dessous de son niveau en régime permanent.

À moyen terme, le PIB réel demeure au-dessus de sa trajectoire de référence et l'inflation revient à la cible, à la suite de l'augmentation du stock de capital imputable à l'essor des dépenses d'investissement au cours des années précédentes. Donc, dans TOTEM, une amélioration persistante des termes de l'échange entraîne un accroissement modeste, mais soutenu, de la production potentielle. Si la hausse des prix des produits de base était permanente, la production potentielle augmenterait en permanence de 0,5 % environ.

Conclusion

La décision d'élaborer un nouveau modèle visait à redonner au modèle de projection et d'analyse de politiques qu'utilise le personnel de la Banque son caractère de pointe. L'idée était de construire un modèle inspiré du MTP, mais plus structurel et comportant plusieurs biens, qui permettrait de reproduire une gamme plus large de chocs et ferait moins appel au jugement de l'analyste.

S'il est vrai que TOTEM est une réalisation importante, il convient de souligner que tous les modèles économiques restent des représentations simplifiées d'une réalité complexe. La qualité de cette représentation dépend de l'état des connaissances et des techniques dans le domaine de l'économie au moment de la mise au point du modèle. C'est pourquoi nous avons l'intention d'apporter des améliorations continues à TOTEM à mesure que de nouvelles connaissances et de nouvelles techniques verront le jour. À court terme, nous allons nous attacher à peaufiner deux aspects du modèle : ses propriétés empiriques et son volet offre, notamment pour ce qui touche les produits de base.

En ce qui a trait aux propriétés empiriques, nous projetons d'estimer directement les paramètres du modèle, même si pendant un certain temps il nous faudra peut-être encore recourir aux méthodes d'étalonnage pour plusieurs paramètres. Les techniques d'estimation possèdent un double avantage sur les méthodes d'étalonnage informelles. En premier lieu, les modèles dont les paramètres sont estimés produisent en général des prévisions plus justes. En deuxième lieu, la mesure de l'incertitude associée aux estimations des paramètres peut servir à évaluer les risques qui entourent la projection, à construire des intervalles de confiance et à élaborer des règles de politique monétaire plus robustes.

Pour ce qui est du volet offre de TOTEM, chaque type d'entreprise combine du capital, de la main-d'œuvre, des matières premières et des importations pour produire un bien fini. Dans la version actuelle du modèle TOTEM, ces biens ne se distinguent que par leur teneur relative en importations; toutefois, les versions ultérieures autoriseront des différences d'intensité relative pour tous les intrants, afin de tenir compte du fait que la production de biens d'équipment et l'extraction de ressources font appel à davantage de capital que la fabrication de produits de consommation ainsi que du fait que les dépenses publiques ont un coefficient élevé de main-d'œuvre. Nous nous proposons aussi de mieux rendre compte des coûts d'ajustement dans le processus de production et de distinguer de façon explicite les produits énergétiques et les produits non énergétiques.

Nous avons l'intention d'apporter des améliorations continues à TOTEM à mesure que de nouvelles connaissances et de nouvelles techniques verront le jour.

Enfin, à moyen terme, le personnel de la Banque entend réexaminer la manière dont les anticipations se forment dans TOTEM. Bien qu'elle soit appropriée dans la plupart des cas, l'hypothèse d'anticipations purement rationnelles peut s'avérer irréaliste dans certaines circonstances, en particulier lorsque des chocs peu communs, qui sont mal compris par les agents privés, frappent l'économie. Les versions ultérieures de TOTEM permettront un traitement plus souple des anticipations. En outre, le personnel travaille actuellement à intégrer un secteur financier dans un petit modèle d'équilibre général dynamique et stochastique (voir l'article intitulé « La modélisation de canaux financiers aux fins d'analyse de la politique monétaire » dans la présente livraison de la *Revue*). Une fois cette tâche accomplie, la Banque prévoit étudier attentivement les avantages qui pourraient découler de l'intégration d'un secteur financier dans TOTEM.

Ouvrages et articles cités

Amano, R., et S. van Norden (1995). « Terms of Trade and Real Exchange Rates: The Canadian Evidence », *Journal of International Money and Finance*, vol. 14, n° 1, p. 83-104.

Amirault, D., C. Kwan et G. Wilkinson (2006). « Survey of Price-Setting Behaviour of Canadian Companies », document de travail n° 2006-35, Banque du Canada.

Black, R., D. Laxton, D. Rose et R. Tetlow (1994). *The Steady-State Model: SSQPM. The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 1*, rapport technique n° 72, Ottawa, Banque du Canada.

Cayen, J.-P., A. Corbett et P. Perrier (à paraître). « An Optimized Monetary Policy Rule for TOTEM », document de travail de la Banque du Canada.

Coletti, D., J. Selody et C. Wilkins (2006). « Une nouvelle analyse de l'horizon de la cible d'inflation », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 33-40.

Coletti, D., et S. Murchison (2002). « Le rôle des modèles dans l'élaboration de la politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 21-29.

Coletti, D., B. Hunt, D. Rose et R. Tetlow (1996). *The Dynamic Model: QPM, The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 3*, rapport technique n° 75, Ottawa, Banque du Canada.

Duguay P., et D. Longworth (1998). « Macroeconomic Models and Policy Making at the Bank of Canada », *Economic Modelling*, vol. 15, n° 3, p. 357-375.

Longworth, D. (2002). « Inflation et macroéconomie : changements survenus entre les années 1980 et 1990 », *Revue de la Banque du Canada* (printemps), p. 3-19.

Macklem, T. (1993). « Terms-of-Trade Disturbances and Fiscal Policy in a Small Open Economy », *Economic Journal*, vol. 103, n° 419, p. 916-936.

——— (2002). « Les éléments d'information et d'analyse préalables à la prise des décisions de politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 11-19.

Moran, K. (2000-2001). « Les modèles dynamiques d'équilibre général et leur intérêt pour la Banque du Canada », *Revue de la Banque du Canada* (hiver), p. 3-13.

Murchison, S., et A. Rennison (2006). *TOTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model*, rapport technique n° 97, Ottawa, Banque du Canada.

Ragan, C. (2005). « Le taux de change et la poursuite d'une cible d'inflation au Canada », *Revue de la Banque du Canada* (automne), p. 43-53.

MUSE, le nouveau modèle de projection de l'économie américaine utilisé par la Banque du Canada

Marc-André Gosselin, René Lalonde et Nicolas Parent, département des Relations internationales

- *L'économie canadienne étant très ouverte et très intégrée à l'économie mondiale, la Banque du Canada a conçu plusieurs modèles pour analyser et prévoir l'évolution économique dans le reste du monde.*
- *Étant donné l'étroitesse des liens économiques du Canada avec les États-Unis, la Banque accorde une très grande importance à la production de prévisions internes de l'activité américaine aux fins de l'établissement de projections pour l'économie canadienne.*
- *Depuis environ deux ans, le personnel de l'institution utilise un nouveau modèle macroéconométrique, du nom de MUSE, pour étudier et prévoir l'évolution de l'économie des États-Unis. Ce modèle consiste en un système d'équations qui décrivent les interactions entre les principales variables macroéconomiques américaines, telles que le produit intérieur brut, l'inflation, les taux d'intérêt et le taux de change. Un modèle de prévision plus petit pour l'Europe, appelé NEUQ (pour* New European Union Quarterly*), a été adopté en même temps.*
- *Bien que l'objectif premier des modèles MUSE et NEUQ soit de fournir des prévisions de variables économiques étrangères aux fins de la formulation des projections relatives au Canada, ces modèles peuvent aussi être employés isolément à d'autres fins, notamment pour interpréter les réactions d'économies étrangères à divers chocs. On espère que l'utilisation de ces modèles se traduira par une évaluation mieux éclairée de l'évolution actuelle et future des facteurs économiques extérieurs.*

L'analyse et la prévision de l'évolution économique dans le reste du monde jouent un rôle déterminant dans l'élaboration de la politique monétaire canadienne. En particulier, la Banque du Canada attache énormément d'importance à la production de prévisions internes de l'activité économique américaine aux fins de l'établissement des projections relatives au Canada (Macklem, 2002), en raison des étroits liens financiers et réels qui existent entre les économies canadienne et américaine. Bien que les fondements théoriques et la structure macroéconomique des divers modèles de l'économie canadienne successivement utilisés par la Banque aient beaucoup changé au fil des ans, ces derniers ont toujours mis à contribution d'autres modèles ou sources d'information pour l'estimation de l'activité économique à l'étranger.

Depuis environ deux ans, le personnel de la Banque se sert d'un nouveau modèle macroéconométrique, du nom de MUSE pour *Model of the U.S. Economy*, afin d'analyser et de prévoir l'évolution de l'économie des États-Unis[1]. Ce modèle consiste en un système d'équations qui décrivent les interactions entre les principales variables macroéconomiques américaines, telles que le produit intérieur brut (PIB), l'inflation, les taux d'intérêt et le taux de change. MUSE renferme plus de 30 équations de comportement, dont la plupart sont estimées. Un modèle de prévision plus petit pour l'Europe, appelé NEUQ (sigle formé des initiales des mots *New European Union Quarterly*), a été adopté en même temps. De plus, en vue d'améliorer sa compréhension des questions économiques mondiales, la

1. Le modèle MUSE a été conçu à la Banque. Pour une description détaillée des caractéristiques du modèle, voir Gosselin et Lalonde (2005).

Banque est à mettre au point une version maison de GEM — un modèle d'équilibre général de l'économie mondiale, de type dynamique et stochastique, qui a été élaboré par le Fonds monétaire international —, qu'elle compte utiliser comme complément de ses autres modèles. Le modèle de la Banque portera le nom de *BOC-GEM (Bank of Canada Global Economy Model)*. Le présent article traite principalement de MUSE, mais il présente également un survol de la spécification et des objectifs des modèles NEUQ (Encadré 1) et BOC-GEM (Encadré 2).

L'importance des projections relatives au reste du monde

Il existe une différence conceptuelle entre les projections du personnel de la Banque au sujet du Canada et celles concernant le reste du monde. Les projections se rapportant au Canada consistent en une évaluation, par le personnel, du sentier d'évolution le plus probable de l'économie. Elles comprennent une recommandation au Conseil de direction de la Banque quant à la trajectoire qu'il est optimal d'imprimer au taux du financement à un jour pour ramener l'inflation au point médian (2 %) de la fourchette cible de maîtrise de l'inflation. Par contraste, le rôle principal des projections relatives au reste du monde n'est pas de fournir des recommandations précises pour la conduite de la politique monétaire, mais de prévoir l'évolution de l'activité économique et de l'inflation à l'étranger ainsi que les décisions probables des autorités monétaires des autres pays en matière de taux d'intérêt. Les modèles appliqués à cet effet sont donc moins axés sur l'analyse de politiques que le modèle canadien.

Bien que l'objectif premier des modèles MUSE et NEUQ soit de produire des prévisions de variables économiques étrangères aux fins de la formulation des projections pour le Canada, ces modèles peuvent aussi être employés isolément à d'autres fins, notamment pour étudier les réactions d'économies étrangères à divers chocs.

Bien que l'objectif premier des modèles MUSE et NEUQ soit de produire des prévisions de variables économiques étrangères aux fins de la formulation des projections pour le Canada, ces modèles peuvent aussi être employés isolément à d'autres fins, notamment pour étudier les réactions d'économies étrangères à divers chocs, comme les chocs pétroliers, les chocs de productivité et les chocs de politique budgétaire. Ce type d'analyse peut en outre permettre de tirer des parallèles intéressants avec l'économie canadienne.

La structure de base de MUSE

La planification à long terme et la présence de coûts d'ajustement de l'activité économique jouent un rôle central dans MUSE. Ainsi, la spécification de la plupart des équations de comportement repose sur la méthode des coûts d'ajustement polynomiaux, tout comme celle de nombreuses équations du modèle FRB/US de la Réserve fédérale américaine (Brayton et autres, 1997). D'après cette approche, les ménages et les entreprises prennent des décisions avisées en fonction de leurs attentes au sujet de l'avenir, en les fondant sur les objectifs qu'ils souhaitent atteindre en l'absence de coûts d'ajustement. Les entreprises et les ménages modélisés selon cette approche ont un comportement optimal, mais des délais de planification, des obligations contractuelles et d'autres frictions les empêchent de ramener immédiatement les variables cibles au niveau désiré. Les décisions comportant des coûts d'ajustement plus élevés doivent être planifiées plus longtemps à l'avance.

La formulation polynomiale des coûts d'ajustement présente des analogies avec un modèle à correction d'erreurs. Elle consiste en deux équations : une pour le niveau désiré (souvent basée sur une relation de cointégration) et une pour le sentier dynamique de la variable considérée (exprimé en taux de croissance). Le comportement dynamique de celle-ci est déterminé par la valeur passée de l'écart entre les valeurs effective et souhaitée de la variable dépendante, par les valeurs passées de cette dernière et par les variations futures attendues du niveau désiré de cette même variable[2]. Au moyen d'une description très générale des coûts d'ajustement, ces modèles parviennent à reproduire fidèlement la persistance

2. Le nombre de retards de la variable dépendante dépend d'une description très générale de l'ordre des coûts d'ajustement. Dans les modèles où ces coûts revêtent une forme polynomiale, l'ajustement devient de plus en plus coûteux selon qu'il s'applique au niveau, au taux de variation, au rythme d'accélération, etc. (Tinsley, 1993).

Encadré 1
Le modèle NEUQ*

La zone euro et le Royaume-Uni interviennent ensemble pour environ 5 % dans les exportations du Canada et 11 % dans ses importations, et en constituent le deuxième partenaire commercial après les États-Unis. Bien que les liens commerciaux et financiers du Canada avec ces deux économies soient moins importants que ceux qu'il entretient avec les États-Unis, ils sont amplifiés par les effets indirects que les économies de la zone euro et du Royaume-Uni ont sur l'économie américaine et les cours mondiaux des produits de base[1]. Pour tenir compte de ces effets directs et indirects sur l'économie canadienne, les modèles MUSE et TOTEM ainsi que les projections internes de la Banque concernant les prix des produits de base mettent à contribution les projections relatives aux grandes variables macroéconomiques propres à la zone euro et au Royaume-Uni.

En mars 2005, la Banque du Canada a intégré son nouveau modèle de l'économie européenne, NEUQ (sigle formé des initiales des mots *New European Union Quarterly*) au processus de projection (voir Piretti et St-Arnaud, 2006, pour plus de renseignements). Il s'agit d'un petit modèle estimé de forme réduite, construit d'après le même paradigme « traditionnel » (une courbe de Phillips) que le modèle MUSE, mais à un niveau d'agrégation plus élevé. NEUQ a été conçu avant tout dans le but d'établir des projections au sujet de l'évolution future de la production réelle, de l'inflation et du taux directeur dans les économies de la zone euro et du Royaume-Uni.

Le modèle NEUQ consiste en deux blocs pays (un pour la zone euro et un pour le Royaume-Uni), dont chacun est endogène par rapport à l'autre par le biais de la demande étrangère. Chaque bloc comprend trois équations de comportement. L'équation de demande globale (la première équation) relie la production réelle au taux d'intérêt, au taux de change effectif réel et à l'activité extérieure (la demande du Royaume-Uni, des États-Unis et de l'Asie, dans le cas de la zone euro, et la demande de la zone euro, des États-Unis et de l'Asie dans celui du Royaume-Uni). L'équation d'offre globale (la seconde) est modélisée à l'aide d'une courbe de Phillips prospective où l'inflation est déterminée par l'écart de production, le taux de change effectif réel et le prix réel du pétrole. Comme dans le modèle MUSE, la dynamique de l'inflation est modélisée par la méthode des coûts d'ajustement polynomiaux, afin de prendre en compte l'inflation attendue et un certain degré de persistance dans le processus d'ajustement de l'inflation[2]. Le modèle est bouclé par une troisième équation endogène, à savoir une règle de politique monétaire prospective et estimée, qui relie le taux d'intérêt à court terme nominal à l'écart entre l'inflation prévue et la cible d'inflation de l'autorité monétaire, ainsi qu'à l'écart entre la production effective et la production potentielle (toutes deux en termes réels). Tout comme dans le modèle MUSE, chacune des équations dynamiques possède un régime permanent vers lequel le modèle converge à long terme.

Le modèle NEUQ fournit des projections raisonnablement précises des variables macroéconomiques clés du Royaume-Uni et de la zone euro pour une gamme d'horizons. Il représente également un outil utile pour l'analyse des politiques économiques. D'après les simulations, le modèle a ceci d'intéressant que la production et l'inflation présentent une plus grande persistance dans la zone euro qu'au Royaume-Uni face aux chocs.

---

* Le texte de cet encadré a été rédigé par Denise Côté.

1. La zone euro et le Royaume-Uni comptent pour environ 20 % des exportations des États-Unis et 17 % de leurs importations; ensemble, ils constituent le deuxième partenaire commercial de ce pays, après le Canada (Fonds monétaire international, 2006).

2. Dans l'équation d'offre globale, la production potentielle des économies du Royaume-Uni et de la zone euro est estimée au moyen d'un filtre de Hodrick-Prescott, conditionné par un sentier d'équilibre issu d'un modèle vectoriel autorégressif structurel (St-Arnaud, 2004).

des séries chronologiques. Par conséquent, ils se situent à mi-chemin entre les modèles d'équilibre général, dont la dynamique est entièrement expliquée par la théorie, et les modèles de forme réduite, qui se fondent seulement sur les données.

L'équilibre entre les stocks et les flux est pleinement explicité dans MUSE. Le modèle définit des valeurs d'équilibre précises pour tous les stocks en régime permanent. Par exemple, le ratio d'équilibre du capital des entreprises au PIB est déterminé par les coûts de financement des entreprises ainsi que par les taux de dépréciation et les prix relatifs des divers types d'actifs. Le taux d'imposition s'ajuste pour rejoindre le niveau cible de la dette publique en régime permanent. Le niveau des actifs nets à l'étranger par rapport au PIB tend aussi vers une valeur constante dans le modèle. Enfin, la richesse humaine des ménages à l'équilibre dépend du revenu personnel, des impôts et des transferts de l'État.

Les modèles à coûts d'ajustement polynomiaux se situent à mi-chemin entre les modèles d'équilibre général, dont la dynamique est entièrement expliquée par la théorie, et les modèles de forme réduite, qui se fondent seulement sur les données.

Encadré 2
Le modèle BOC-GEM

Les économistes de la Banque du Canada sont en train d'adapter aux besoins de cette institution le modèle GEM (*Global Economy Model*) élaboré par le Fonds monétaire international.

Dans cette version de GEM, appelée BOC-GEM (*Bank of Canada Global Economy Model*), l'économie mondiale est divisée en cinq pays ou groupes de pays : le Canada, les États-Unis, les pays asiatiques émergents importateurs de matières premières (principalement la Chine et l'Inde), les pays exportateurs de matières premières (dont les pays membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole) et le reste du monde (qui comprend notamment l'Europe et le Japon). En raison de l'importance du secteur des matières premières au Canada, cette version de GEM inclut, en plus des secteurs des biens échangeables et des biens non échangeables, le secteur du pétrole et du gaz naturel, ainsi que celui des autres matières premières.

BOC-GEM se situe dans la catégorie des modèles dynamiques d'équilibre général. Par conséquent, les fondements théoriques et microéconomiques sont très poussés, et tous les marchés sont modélisés à partir des concepts d'offre et de demande. Les paramètres du modèle ont été soit calibrés à l'aide de données et d'études microéconomiques, soit inspirés d'autres modèles dynamiques d'équilibre général. Dans l'ensemble, les propriétés de BOC-GEM sont compatibles avec celles des modèles estimés ou partiellement estimés.

À cause de sa complexité et de sa nature particulière, BOC-GEM est un complément aux modèles MUSE, NEUQ et TOTEM. Il sera principalement utilisé aux fins d'études sur des enjeux exigeant une perspective internationale, tels que les déséquilibres mondiaux, les causes et les effets de la hausse du prix du pétrole observée depuis quelques années ou l'incidence de l'ouverture des marchés sur le niveau de compétitivité des entreprises et sur le niveau des prix. Le modèle sera également mis à contribution dans l'établissement de projections à l'échelle mondiale afin de guider le point de vue du personnel sur les grandes questions de politique monétaire qui doivent être abordées dans une perspective internationale intégrée. Finalement, BOC-GEM aidera le personnel à s'assurer que les projections économiques réalisées au moyen de MUSE, NEUQ et TOTEM forment un ensemble cohérent.

La dynamique des variables nominales dans MUSE est définie par une courbe de Phillips qui décrit la relation positive entre l'inflation et l'écart de production en courte période. Ainsi, l'écart entre la production observée et la production potentielle est un déterminant crucial de l'inflation dans le modèle. De plus, l'inflation est déterminée dans un cadre d'anticipations rationnelles prospectives, et la persistance du processus d'inflation s'explique par la présence de coûts d'ajustement. La politique monétaire est modélisée selon une règle prospective simple. La fonction de réaction de la banque centrale vise à éliminer à la fois l'écart de production courant et l'écart prévu entre l'inflation effective et une cible d'inflation implicite. L'autre mécanisme d'ajustement important du modèle est le taux de change réel, qui réagit aux écarts de taux d'intérêt et au solde de la balance courante de façon à ramener le volume des actifs nets à l'étranger au niveau visé.

Le PIB réel

Dans le modèle MUSE, le PIB réel des États-Unis se décompose comme suit : dépenses des ménages, investissements des entreprises, dépenses publiques et commerce extérieur. Ce modèle peut donc servir à analyser les conséquences d'un large éventail de chocs susceptibles de toucher l'économie américaine.

Dans le modèle MUSE, le PIB réel des États-Unis se décompose comme suit : dépenses des ménages, investissements des entreprises, dépenses publiques et commerce extérieur.

Les dépenses des ménages

Les dépenses des ménages sont représentées dans MUSE par la somme de la consommation totale et des investissements dans le logement. Selon l'hypothèse du revenu permanent, la consommation d'un ménage à chaque période est fonction de son revenu permanent, défini comme la valeur actuelle de sa richesse (humaine et non humaine). Dans ces conditions, la consommation varie lorsque les agents modifient leurs attentes au sujet de leurs revenus futurs ou qu'ils se trompent dans leurs prévisions. Toutefois, la plupart des économistes rejettent la version stricte de l'hypothèse du revenu permanent, en soutenant que le fait que certains ménages ont un accès limité au crédit restreint son application et que les ménages peuvent aussi choisir d'épargner pour des motifs de précaution. Dans ces deux cas, la consommation peut être plus étroitement liée au revenu courant qu'au revenu permanent.

En conséquence, le niveau désiré des achats des ménages dans MUSE est conforme à l'hypothèse du revenu permanent, mais il peut arriver que cette hypothèse ne soit pas respectée durant le processus d'ajustement (Gosselin et Lalonde, 2003). Le niveau souhaité des dépenses des ménages est fonction des taux d'intérêt réels, des revenus du travail disponibles attendus (richesse humaine) et des stocks de richesse immobilière et financière[3]. Les fluctuations à court terme des dépenses des ménages sont influencées non seulement par les déterminants rencontrés habituellement dans un modèle dynamique à coûts d'ajustement polynomiaux, mais aussi par le revenu disponible de la période en cours. Le pourcentage des ménages ayant un accès limité au crédit est de 27 %; le reste (73 %) des ménages a des attentes prospectives et se comporte conformément à l'hypothèse du revenu permanent. Aussi les ménages modifient-ils leurs profils de dépense assez lentement lorsque leurs dépenses s'écartent du niveau désiré. Comme certains ménages ont un accès limité au crédit, on postule également que les hausses des prix du pétrole exercent un effet négatif sur le revenu disponible.

Les investissements des entreprises

Dans MUSE, les entreprises peuvent investir dans trois catégories de biens de capital : les infrastructures de type non résidentiel, le matériel de haute technologie et le matériel autre que celui de haute technologie. La ventilation des investissements des entreprises entre ces différents genres de dépenses permet des effets de substitution et de complémentarité entre les trois catégories de biens de capital. Le coût d'usage du capital et le PIB sont les principaux déterminants des fluctuations des stocks de capital désirés en longue période[4]. Les flux d'investissement souhaités sont calculés à partir des stocks de capital désirés. Comme on l'imagine, l'établissement des flux d'investissement aux niveaux souhaités donne lieu à d'importants

3. La richesse immobilière est fonction du parc immobilier résidentiel et des prix des maisons. Le principal déterminant des flux d'investissement dans le logement et des prix des maisons est le taux d'intérêt hypothécaire réel. La richesse financière dépend du stock de capital des entreprises, de la dette publique et du niveau des actifs nets à l'étranger.

4. Le coût d'usage du capital dépend des prix relatifs des biens d'équipement, des taux d'intérêt et des taux de dépréciation.

coûts d'ajustement d'origines fort diverses, liés par exemple à la collecte d'information, à la création de produits ou d'usines, aux essais de produits et aux approbations réglementaires. La modélisation du sentier d'évolution de l'investissement se fonde sur une structure de coûts d'ajustement polynomiaux. Dans certains cas, une variable relative à la croissance de la production est aussi incluse, afin de prendre en compte les effets sur la trésorerie de l'existence d'une contrainte financière chez certaines entreprises. Dans tous les cas, l'investissement affiche une inertie substantielle face aux fluctuations du PIB ou des coûts d'usage du capital.

Des hypothèses exogènes sont formulées concernant l'évolution tendancielle du facteur travail et le niveau de la productivité totale des facteurs. Combinées au stock de capital prévu, ces deux composantes s'insèrent dans une fonction de production Cobb-Douglas pour fournir une projection de la production potentielle[5].

Les dépenses publiques

Plusieurs canaux par lesquels le secteur public influe sur l'économie sont définis dans MUSE. En plus de la consommation et de l'investissement publics, qui se répercutent directement sur le PIB, les impôts et les transferts déterminent le revenu disponible des particuliers. La dette publique influe sur la consommation par le biais de son effet sur la richesse financière des ménages. Elle influence aussi la prime de risque relative aux obligations du Trésor, qui agit à son tour sur les taux d'intérêt hypothécaires et le coût du capital pour les entreprises. L'ensemble des dépenses publiques (transferts compris) est fonction de l'écart de production, ce qui reflète le jeu des stabilisateurs automatiques. Plus la récession ou l'offre excédentaire est forte, plus les dépenses publiques sous forme de transferts aux ménages sont élevées.

MUSE comporte une règle de politique budgétaire : l'État modifie ses revenus de façon à atteindre une cible exogène à l'égard de sa dette en longue période. Les contraintes politiques, les délibérations budgétaires et les délais de mise en œuvre empêchent l'État de porter rapidement le taux d'imposition au niveau désiré. Le taux d'imposition global revient donc lentement au niveau visé.

Le commerce extérieur

MUSE ne comprend qu'une seule catégorie de biens : il ne fait pas de distinction entre les biens échangeables et non échangeables à l'échelle internationale. Les volumes souhaités des exportations et des importations sont modélisés de façon similaire. Ils sont tous deux sensibles aux prix relatifs et réagissent respectivement à l'évolution des revenus étranger et national. Les coûts d'ajustement peuvent être importants dans le secteur des biens échangeables. Ils englobent les coûts associés à un changement de fournisseur ou de marché, tels que ceux imputables à une connaissance insuffisante des pratiques commerciales en vigueur à l'étranger, aux politiques commerciales appliquées (en matière de taxes et de tarifs douaniers, par exemple) ou à l'existence d'autres effets frontières. Étant donné ces coûts, les entreprises qui maximisent leurs profits doivent être tournées vers l'avenir et prévoir la croissance de la demande intérieure et étrangère afin de réduire les coûts engendrés par des variations subites de celle-ci (Gagnon, 1989). Ce genre de frictions justifie l'utilisation de l'approche des coûts d'ajustement polynomiaux pour modéliser l'évolution dynamique des volumes d'échanges et des prix relatifs.

Dans MUSE, le niveau désiré des importations réelles est fonction de la demande intérieure du secteur privé, du degré d'ouverture au commerce mondial et du prix relatif des importations[6]. Le niveau souhaité des exportations réelles est aussi déterminé par le paradigme habituel revenu-prix relatifs, auquel se greffe une variable visant à tenir compte du phénomène de la mondialisation. La spécification dynamique des importations fondée sur l'approche des coûts d'ajustement polynomiaux fait intervenir la variation de l'écart de production pour tenir compte du fait que l'élasticité-revenu des importations en courte période est très supérieure à sa valeur de longue période (Hooper, Johnson et Marquez, 2000). Pour la même raison, on utilise l'écart de production à l'étranger dans la spécification dynamique des exportations. Les niveaux désirés du prix relatif des importations et de celui des exportations sont fonction du taux de change réel, du prix relatif du pétrole et

5. La production potentielle passée est mesurée au moyen d'une approche éclectique, qui consiste à appliquer des filtres de Hodrick-Prescott conditionnés par le sentier d'équilibre issu d'un modèle vectoriel autorégressif structurel. Cette approche sert à l'estimation de deux composantes du PIB potentiel : le niveau de plein emploi du facteur travail et la progression tendancielle de la productivité du travail. Le niveau de plein emploi du facteur travail est fonction de la population, du taux d'activité d'équilibre, du taux de chômage d'équilibre et du nombre d'heures travaillées à l'équilibre (Gosselin et Lalonde, 2006).

6. Le degré d'ouverture au commerce extérieur est mesuré par le volume des échanges entre les pays membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Pour en savoir plus, voir Gosselin et Lalonde (2004).

d'une tendance déterministe baissière qui traduit le fait que la croissance de la productivité est plus rapide dans le secteur des biens échangeables que dans celui des biens non échangeables. Le prix relatif des importations joue un rôle capital dans MUSE, puisqu'il aide à déterminer le volume des importations et alimente directement le processus d'inflation.

Le taux de change effectif réel du dollar américain

Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, en régime permanent, le niveau des actifs nets à l'étranger par rapport au PIB tend vers un ratio cible dans MUSE. Cette convergence est facilitée par l'ajustement du taux de change effectif réel. Dans la version du modèle qui décrit le régime permanent, il existe en effet une valeur unique du taux de change pour laquelle ce ratio est égal au niveau visé. Le taux de change réel génère donc les fluctuations du solde de la balance commerciale nécessaires pour ramener le ratio à sa valeur cible.

Une équation de correction des erreurs partiellement calibrée régit l'évolution du taux de change. Les principaux déterminants à court terme sont l'écart entre le taux de change observé et le taux de change d'équilibre ainsi que les écarts de taux d'intérêt réels entre les États-Unis et leurs principaux partenaires commerciaux. Il existe une dichotomie entre les comportements du taux de change en courte et en longue période. Par exemple, après un accroissement de la demande intérieure, le taux de change s'apprécie à court terme en raison de la présence d'écarts de taux d'intérêt positifs, mais il se déprécie par la suite afin de produire un excédent commercial qui permettra le retour du ratio des actifs nets à l'étranger à la cible visée.

L'inflation

La persistance de l'inflation attribuable à la rigidité des prix peut être modélisée de plusieurs façons, notamment à l'aide de coûts d'étiquetage ou de règles de révision des prix du type de celles décrites par Calvo (1983) et Taylor (1980). Les études récentes font plutôt appel à la courbe de Phillips des nouveaux économistes keynésiens ou à des variantes de celle-ci. Des spécifications hybrides, comme celle de Galí et Gertler (1999), peuvent dicter une forte persistance de l'inflation par le recours aux valeurs passées du taux d'inflation.

Le processus d'inflation dans le modèle MUSE est déterminé par l'écart de production courant et les variations passées du prix relatif des importations, ainsi que par les valeurs futures et passées du taux d'inflation incluses pour prendre en compte les attentes d'inflation et les coûts d'ajustement.

Nous n'avons opté pour aucune de ces théories concernant la détermination de l'inflation. Comme Kozicki et Tinsley (2002), nous avons fait appel à une approche des coûts d'ajustement polynomiaux plus générale et laissé les données décider du degré de persistance de l'inflation au lieu de l'imposer par le choix d'une spécification. L'approche adoptée postule que les agents économiques sont rationnels et comparent le coût d'une révision des prix à ce qu'il en coûte de s'éloigner des prix désirés. La présence de coûts d'ajustement des prix pousse les entreprises à atténuer les fluctuations de l'inflation, ce qui crée de la persistance dans le processus d'inflation. Le processus d'inflation dans le modèle MUSE est déterminé par l'écart de production courant et les variations passées du prix relatif des importations, ainsi que par les valeurs futures et passées du taux d'inflation incluses pour prendre en compte les attentes d'inflation et les coûts d'ajustement.

La politique monétaire

Un certain nombre de taux d'intérêt sont modélisés dans MUSE et influent sur divers éléments du modèle. Ils sont tous arrimés, d'une façon ou d'une autre, au taux des fonds fédéraux aux États-Unis[7]. L'évolution du taux nominal des fonds fédéraux dans MUSE suit une règle de Taylor (1993). Ce type de règle monétaire offre une bonne représentation des décisions prises par la Réserve fédérale et cadre bien avec son double mandat, qui consiste à maintenir un taux d'inflation

7. Les autres taux d'intérêt retenus dans MUSE sont : le taux des obligations d'État à 10 ans, le taux d'intérêt hypothécaire à 30 ans, le taux des obligations de sociétés et le taux d'intérêt sur les actifs nets à l'étranger. Les taux à long terme dépendent des taux à court terme futurs attendus augmentés d'une prime de terme qui dépend du ratio de la dette publique au PIB.

bas et stable tout en favorisant un niveau d'emploi durable maximal. Inspirée de l'étude d'English, Nelson et Sack (2002), la règle est définie en fonction du taux d'intérêt neutre, de l'écart futur entre le taux d'inflation et la cible implicite, de l'écart de production courant et d'un coefficient de lissage. Le taux neutre est établi à sa valeur de régime permanent, laquelle est endogène dans MUSE : elle correspond à la valeur (unique) du taux d'intérêt réel qui permet d'égaliser la demande et l'offre globales en régime permanent.

Analyse des chocs

Plusieurs chocs pertinents peuvent servir à illustrer le comportement dynamique de MUSE. L'incidence de trois chocs temporaires a été simulée : une hausse de la demande, une hausse du taux des fonds fédéraux et une hausse de l'inflation. Les effets d'une augmentation permanente de la productivité totale des facteurs ont aussi été examinés[8].

Une hausse temporaire de la demande intérieure du secteur privé

Dans ce scénario, un accroissement de la demande intérieure du secteur privé crée un écart de production positif qui dure environ deux ans. Cet écart de production entraîne une hausse légère mais persistante de l'inflation. En réaction à ces deux effets, l'autorité monétaire relève le taux des fonds fédéraux de façon à engendrer une faible offre excédentaire qui permettra de ramener l'inflation au taux visé. La majoration du taux des fonds fédéraux provoque une augmentation des autres taux d'intérêt, notamment ceux à moyen et long terme, ce qui a pour effet de faire revenir les dépenses des ménages et l'investissement à leurs niveaux dans le scénario de référence[9]. L'investissement met plus de temps à retourner à sa valeur d'équilibre en raison de son coût d'ajustement plus élevé. Comme la politique budgétaire est anticyclique, les transferts de l'État diminuent après le choc. Cette baisse des transferts fait reculer les flux de revenus disponibles des ménages et la richesse humaine et, par ricochet, les dépenses de ces derniers.

Les importations réelles augmentent à court terme, car une partie de la montée de la demande concerne des biens et des services importés. Comme, selon ce scénario, les variables étrangères ne réagissent pas aux chocs survenant aux États-Unis, les exportations réelles chutent par suite de l'appréciation à court terme du taux de change réel imputable à la hausse des taux d'intérêt intérieurs. La détérioration du solde commercial donne lieu à une baisse temporaire du ratio des actifs nets à l'étranger, de sorte qu'une dépréciation du taux de change réel est nécessaire à moyen terme pour que ce ratio revienne à la valeur visée (Figure 1).

Une hausse temporaire du taux des fonds fédéraux

Ce choc permet d'illustrer les divers canaux de transmission de la politique monétaire américaine qui sont modélisés dans MUSE. Dans cette simulation, la Réserve fédérale relève le taux nominal des fonds fédéraux de 100 points de base au cours de la première période et le maintient au-dessus de son niveau de référence pendant environ six trimestres, ce qui traduit sa préférence pour des taux d'intérêt relativement stables. Par le biais de la courbe des taux d'intérêt, la variation du taux à court terme se répercute sur tous les autres taux d'intérêt du modèle. La hausse générale du loyer de l'argent a pour effet de réduire la consommation et l'investissement durant les premières années de la simulation. Ici aussi l'investissement met plus de temps à retourner à sa valeur d'équilibre. L'incidence sur la consommation serait plus grande si la politique budgétaire ne venait pas soutenir le revenu disponible par une majoration des transferts de l'État.

L'existence d'écarts positifs entre les taux d'intérêt aux États-Unis et à l'étranger entraîne une appréciation du dollar américain et, partant, une baisse des exportations à court terme. Les importations chutent aussi, car l'effet à court terme de la réduction des revenus dans le secteur privé l'emporte sur l'incidence de la variation des prix relatifs. La hausse des taux d'intérêt se traduit par une augmentation des frais d'intérêt liés aux actifs nets à l'étranger. Pour redresser le solde de la balance commerciale et ramener le volume des actifs nets à l'étranger au ratio souhaité, le modèle doit produire une dépréciation du dollar américain à long terme. L'offre excédentaire, conjuguée à l'appréciation de la monnaie américaine, a un effet négatif sur l'inflation (Figure 2).

Une hausse de l'inflation

Dans cette simulation, on observe les effets d'une hausse de l'inflation sur l'économie américaine. Le choc est relativement persistant, puisque l'inflation

8. Dans toutes ces simulations, il a été postulé que la production étrangère et les taux d'intérêt à l'étranger ne réagissaient pas aux chocs survenant aux États-Unis.

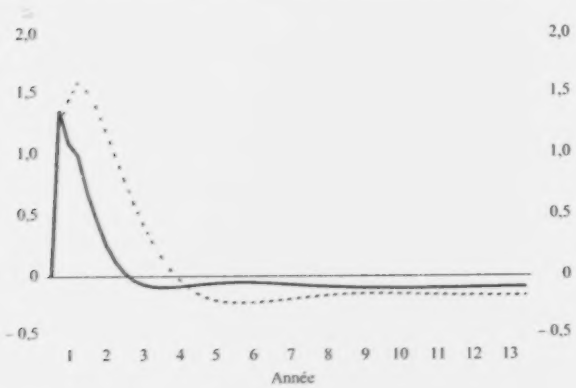
9. Le scénario de référence décrit le profil d'évolution des variables en l'absence de chocs.

Figure 1

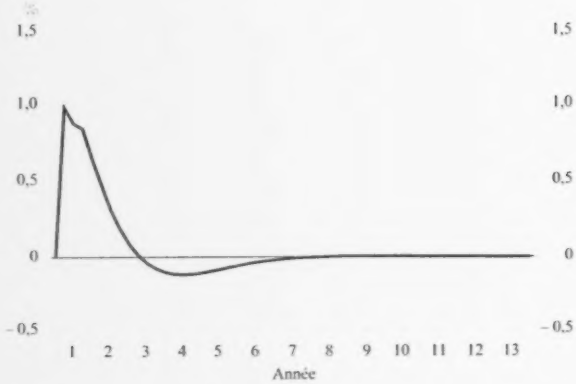
Résultats de la simulation d'une hausse de la demande

La deuxième variable est représentée par le trait discontinu.

Dépenses des ménages et investissements des entreprises

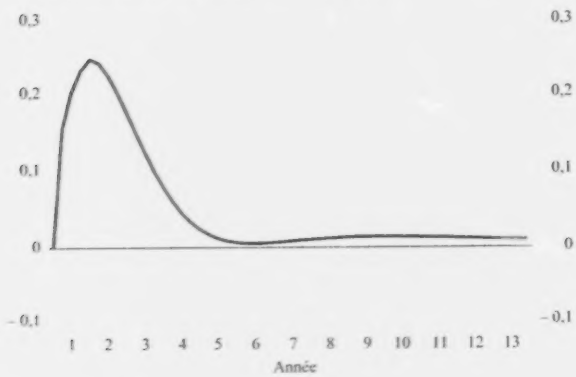


Écart de production



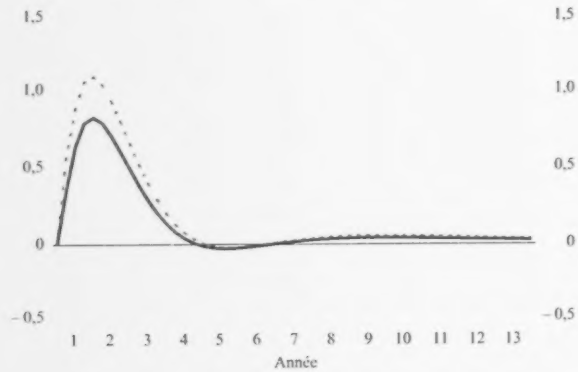
Taux d'inflation

Variation trimestrielle en points de pourcentage (chiffres annualisés)

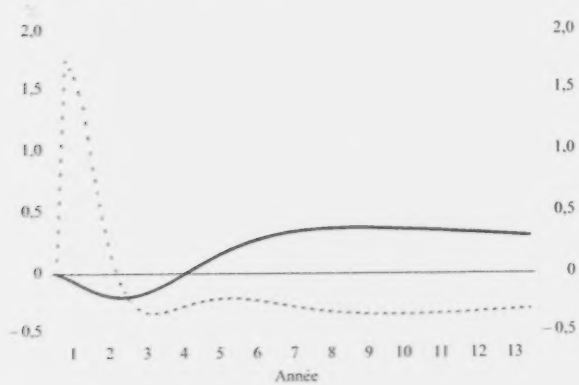


Taux réel et nominal des fonds fédéraux

100 points de base = 1



Exportations et importations



Taux de change effectif réel

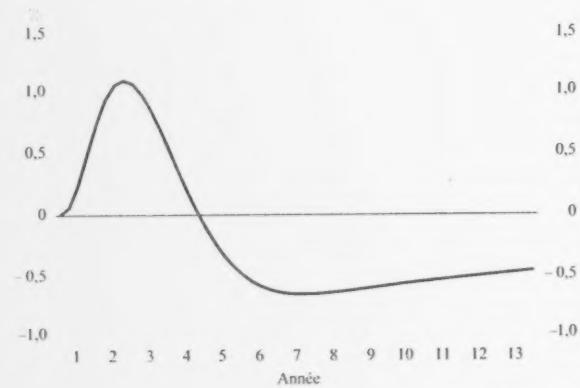


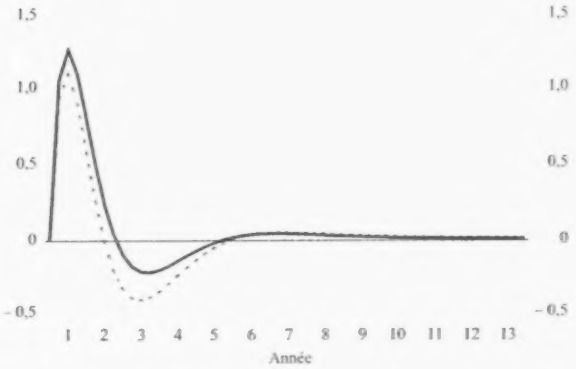
Figure 2

Résultats de la simulation d'une hausse de 100 points de base du taux des fonds fédéraux

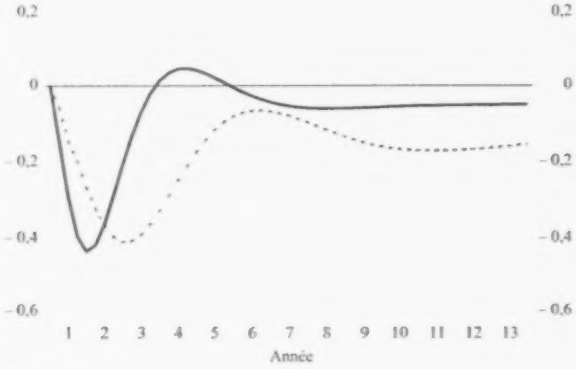
La deuxième variable est représentée par le trait discontinu.

Taux réel et nominal des fonds fédéraux

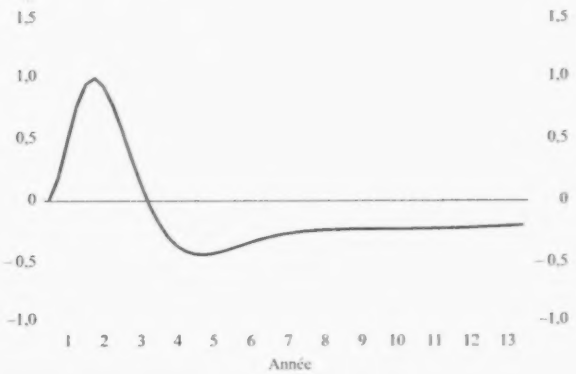
100 points de base = 1



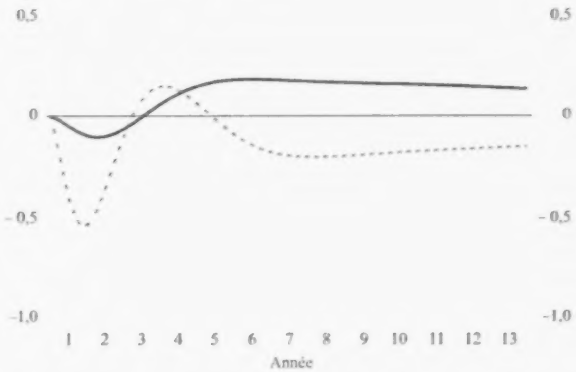
Dépenses des ménages et investissements des entreprises



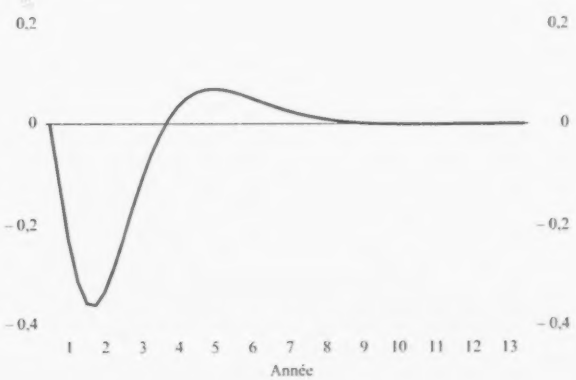
Taux de change effectif réel



Exportations et importations

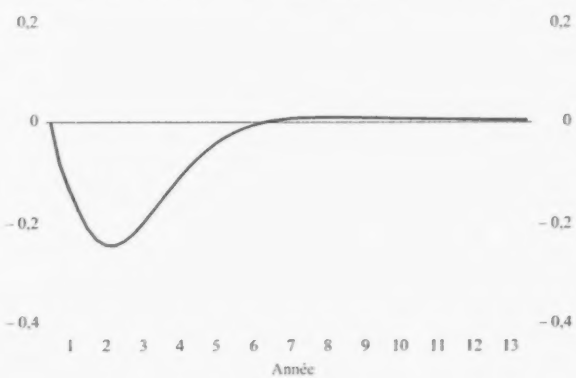


Écart de production



Taux d'inflation

Variation trimestrielle en points de pourcentage (chiffres annualisés)



demeure supérieure à la cible implicite pendant environ trois ans. Cette persistance découle de l'importance des coûts d'ajustement inhérents au processus d'inflation. La Réserve fédérale réagit rapidement, mais elle ne resserre que très peu sa politique monétaire, et ce, pour deux raisons. La première est que plus de la moitié du choc d'inflation se dissipe après un trimestre. La seconde a trait au double mandat de la Réserve fédérale : le relèvement des taux d'intérêt est d'une ampleur limitée du fait qu'il génère un écart de production négatif, lequel nécessiterait en soi un assouplissement de la politique monétaire. La Réserve fédérale crée néanmoins l'offre excédentaire nécessaire pour ramener l'inflation à la cible implicite (Figure 3).

Une hausse permanente de la productivité totale des facteurs

Ce scénario consiste à simuler les effets d'une hausse permanente inattendue de la productivité totale des facteurs. Cette hausse entraîne un accroissement immédiat de la production potentielle. Les coûts d'ajustement associés aux composantes de la demande font en sorte que la demande ne grimpe pas aussi rapidement que l'offre dans un premier temps. Le choc crée donc une offre excédentaire très passagère mais non négligeable, qui cause un repli temporaire de l'inflation. La Réserve fédérale abaisse par conséquent les taux d'intérêt, ce qui accélère l'ajustement de la demande. La hausse permanente de la richesse humaine a une incidence positive sur les dépenses des ménages, pendant que les flux d'investissement augmentent de manière que le ratio du capital à la production des entreprises atteigne son niveau d'équilibre. En raison de l'écart de production négatif, les transferts de l'État s'accroissent sensiblement à court terme. Les dépenses publiques progressent autant que la production en longue période, ce qui ramène la taille du secteur public à son niveau de régime permanent. Les importations augmentent de façon permanente, parallèlement à la montée durable de la demande intérieure du secteur privé. À plus ou moins long terme, la hausse des importations provoque une réduction du ratio des actifs nets à l'étranger, de sorte qu'une dépréciation permanente du taux de change devient nécessaire pour que ce ratio revienne à la valeur souhaitée. Cette dépréciation accroît le niveau des exportations réelles en régime permanent et freine l'élan des importations réelles (Figure 4). MUSE génère des effets complètement différents dans le cas d'un choc de productivité attendu. Par exemple, une augmentation de la productivité totale des facteurs qui est prévue dans deux ans d'ici est inflationniste, et non déflationniste, car elle crée une demande excédentaire au début : les agents tiennent compte des effets du choc sur leurs revenus futurs et augmentent leur demande dans l'immédiat. Dans ce cas, la Réserve fédérale majore les taux d'intérêt pour créer une offre excédentaire qui finira par ramener l'inflation à la cible.

Conclusions

Par le recours intensif à des modèles à coûts d'ajustement polynomiaux, nous avons obtenu dans MUSE ce que nous estimons être un bon compromis entre la structure théorique et l'exactitude des prévisions. Fait important, MUSE peut aussi être utilisé pour effectuer des simulations de politiques économiques. Il peut notamment servir à étudier des questions telles que la réaction de l'économie américaine en présence de pressions inflationnistes et les conséquences de gains de productivité soutenus. Nous espérons que ce modèle enrichira notre compréhension de l'évolution actuelle et future de l'économie américaine.

Le modèle NEUQ est un complément utile au modèle MUSE pour l'établissement de projections économiques à l'échelle internationale. Et vu les liens réels et financiers de plus en plus étroits qui existent au sein de l'économie mondiale, le modèle BOC-GEM sera lui aussi très utile pour examiner des questions économiques dans une optique internationale. Ces trois modèles constituent ensemble des outils précieux pour la formulation de la politique monétaire canadienne.

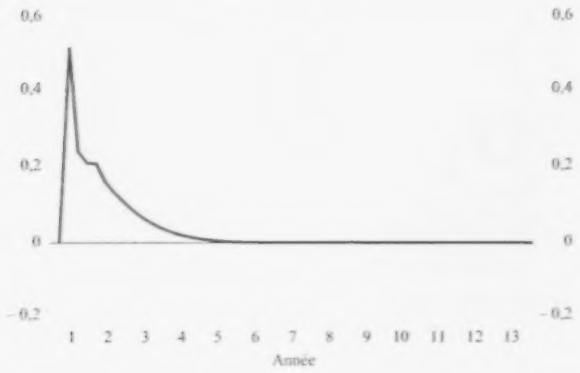
Figure 3

Résultats de la simulation d'une hausse de l'inflation

La deuxième variable est représentée par le trait discontinu.

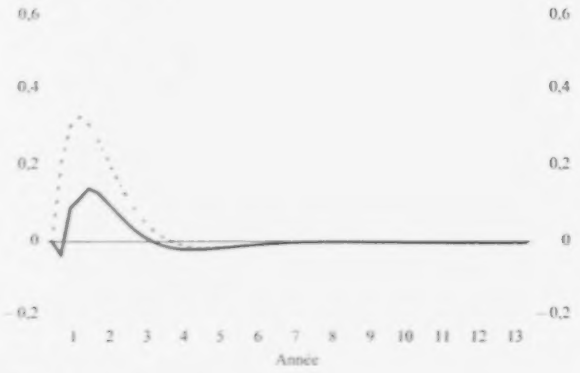
Taux d'inflation

Variation trimestrielle en points de pourcentage (chiffres annualisés)

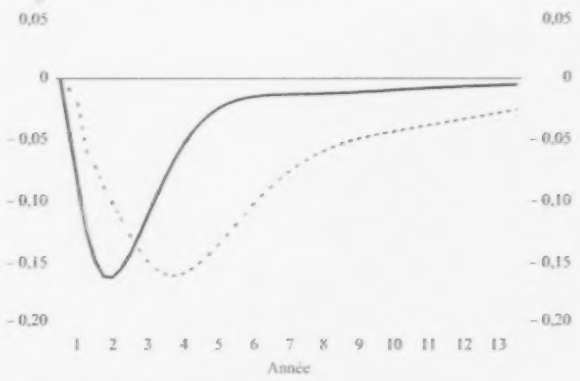


Taux réel et nominal des fonds fédéraux

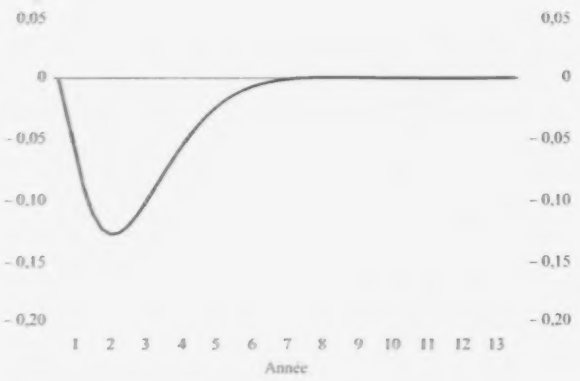
100 points de base = 1



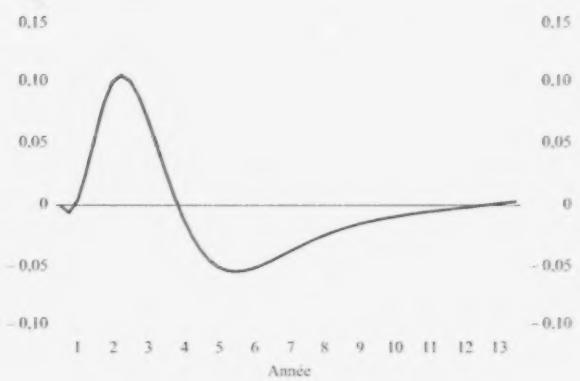
Dépenses des ménages et investissements des entreprises



Écart de production



Taux de change effectif réel



Exportations et importations

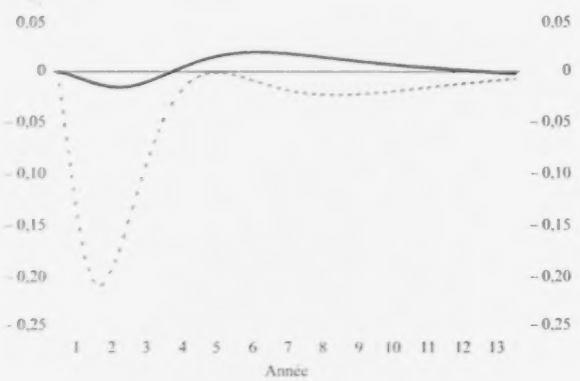
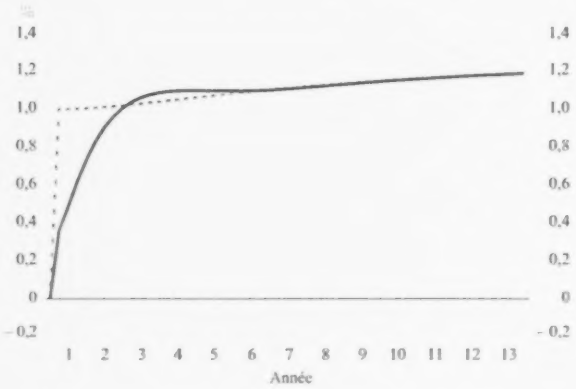


Figure 4

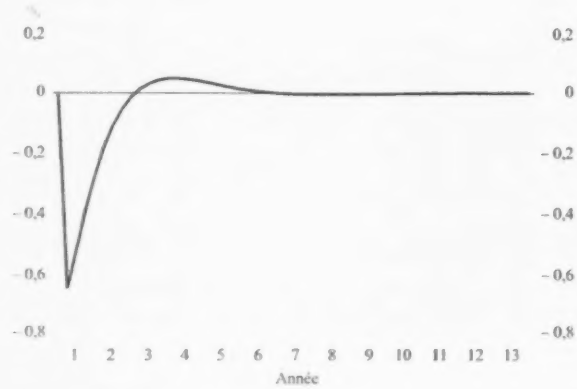
Résultats de la simulation d'une hausse permanente de la productivité totale des facteurs

La deuxième variable est représentée par le trait discontinu.

Production effective et production potentielle

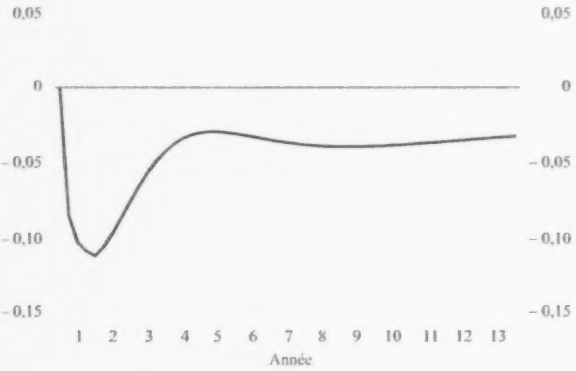


Écart de production



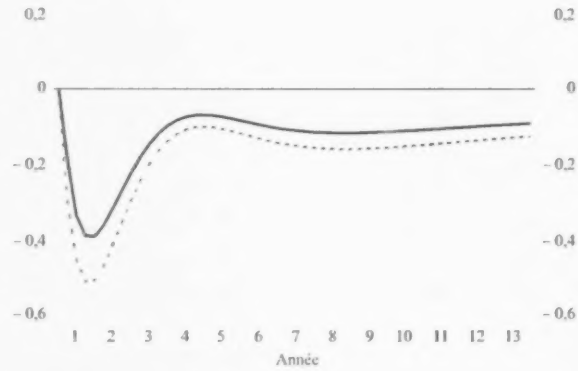
Taux d'inflation

Variation trimestrielle en points de pourcentage (chiffres annualisés)

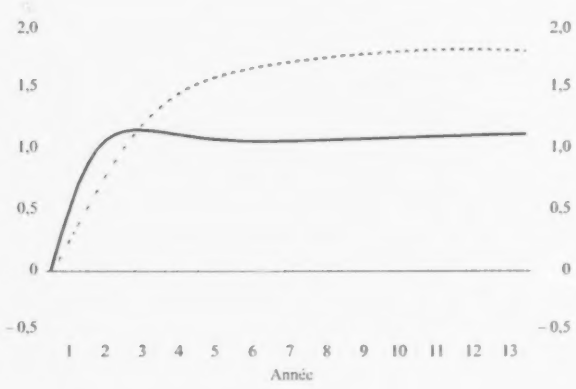


Taux réel et nominal des fonds fédéraux

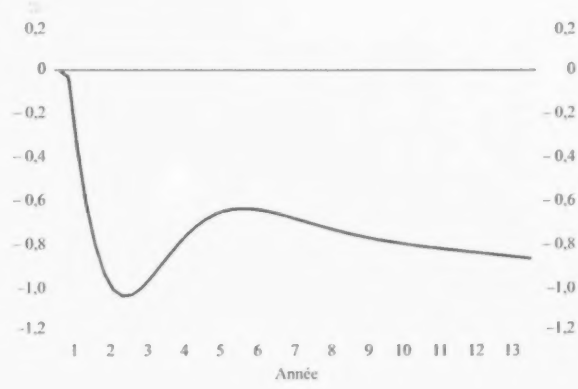
100 points de base = 1



Dépenses des ménages et investissements des entreprises



Taux de change effectif réel



Ouvrages et articles cités

Brayton, F., E. Mauskopf, D. Reifschneider, P. Tinsley et J. Williams (1997). « The Role of Expectations in the FRB/US Macroeconomic Model », *Federal Reserve Bulletin*, vol. 83, n° 4, p. 227-245.

Calvo, G. (1983). « Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework », *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, n° 3, p. 383-398.

English, W., W. Nelson et B. Sack (2002). « Interpreting the Significance of the Lagged Interest Rate in Estimated Monetary Policy Rules », Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale, coll. « Finance and Economics Discussion », n° 2002-24.

Fonds monétaire international (FMI) (2006). *Direction of Trade Statistics Yearbook*, juin.

Gagnon, J. (1989). « Adjustment Costs and International Trade Dynamics », *Journal of International Economics*, vol. 26, n^{os} 3-4, p. 327-344.

Galí, J., et M. Gertler (1999). « Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis », *Journal of Monetary Economics*, vol. 44, n° 2, p. 195-222.

Gosselin, M.-A., et R. Lalonde (2006). « An Eclectic Approach to Estimating U.S. Potential GDP », *Empirical Economics*, vol. 31, n° 4, p. 951-975.

——— (2005). « MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy », rapport technique n° 86, Banque du Canada.

——— (2003). « Un modèle "PAC" d'analyse et de prévision des dépenses des ménages américains », document de travail n° 2003-13, Banque du Canada.

——— (2004). « Modélisation "PAC" du secteur extérieur de l'économie américaine », document de travail n° 2004-3, Banque du Canada.

Hooper, P., K. Johnson et J. Marquez (2000). « Trade Elasticities for the G-7 Countries », coll. « Princeton Studies in International Economics », n° 87 (août).

Kozicki, S., et P. Tinsley (2002). « Alternative Sources of the Lag Dynamics of Inflation », document de travail n° RWP 02-12, Banque fédérale de réserve de Kansas City. Texte aussi paru en français sous le titre « Les sources de la persistance de l'inflation », dans *Ajustement des prix et politique monétaire*, actes d'un colloque tenu à la Banque du Canada à Ottawa en novembre 2002, p. 3-50.

Macklem, T. (2002). « Les éléments d'information et d'analyse préalables à la prise des décisions de politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 11-19.

Piretti, A., et C. St-Arnaud (2006). « Launching the NEUQ: The New European Union Quarterly Model, A Small Model of the Euro Area and U.K. Economies », document de travail n° 2006-22, Banque du Canada.

St-Arnaud, C. (2004). « Une approche éclectique d'estimation du PIB potentiel du Royaume-Uni », document de travail n° 2004-46, Banque du Canada.

Taylor, J. (1980). « Aggregate Dynamics and Staggered Contracts », *Journal of Political Economy*, vol. 88, n° 1, p. 1-23.

——— (1993). « Discretion Versus Policy Rules in Practice », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 39 (décembre), p. 195-214.

Tinsley, P. (1993). « Fitting Both Data and Theories: Polynomial Adjustment Costs and Error-Correction Decision Rules », Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale, coll. « Finance and Economics Discussion », n° 93-21.

La modélisation de canaux financiers aux fins de l'analyse de la politique monétaire

Ian Christensen, Ben Fung et Césaire Meh, département des Études monétaires et financières

- *Tout modèle représente de manière simplifiée une réalité complexe. Le principal modèle de prévision de la Banque du Canada ne fait pas exception à la règle. Il ne contient donc pas nécessairement toute l'information utile aux décideurs. Bien que l'on puisse trouver souhaitable de préserver la simplicité relative des éléments financiers qu'englobe le modèle, certains arguments de nature théorique et empirique appuient la prise en compte d'une gamme plus étendue de variables. Lorsque des frictions financières se manifestent, les coûts de financement sont fonction du bilan financier des emprunteurs, avec pour résultat la création d'un canal de crédit par lequel se transmettent les mesures de politique monétaire.*
- *Les modèles en cours d'élaboration à la Banque comprennent des mécanismes d'accélérateur financier par lesquels le bilan des emprunteurs joue un rôle déterminant dans les fluctuations cycliques, car il influe sur les garanties de ces emprunteurs et, partant, sur leur accès au financement externe.*
- *Ces modèles en sont encore à l'étape de la conception, mais les résultats obtenus jusqu'à présent donnent à penser que les accélérateurs financiers pourraient améliorer les conseils pratiques et aider à répondre à diverses questions touchant la politique monétaire.*

Face à l'incertitude qui entoure l'évolution future de l'économie canadienne, la Banque du Canada applique diverses stratégies. Par-dessus tout, elle considère un très large éventail de données et d'analyses avant d'en venir à une décision concernant la politique monétaire; elle recourt à des modèles soigneusement conçus pour créer des projections économiques et examiner plusieurs scénarios (Jenkins et Longworth, 2002). L'analyse soumise aux décideurs à la Banque se fonde essentiellement sur la projection économique pour le Canada produite par le personnel à l'aide du modèle TOTEM[1]. À l'évidence, un modèle n'est que la version simplifiée d'une réalité complexe et peut ne pas intégrer toute l'information pertinente, mais la projection du personnel constitue un cadre de référence à partir duquel sont évaluées les incidences d'autres sources d'information. Afin d'analyser l'information omise dans le modèle TOTEM, le personnel de la Banque utilise d'autres modèles économiques qui l'aident à évaluer les implications de sa projection aux fins de la politique monétaire[2].

Le présent article fait état des projets de recherche en cours à la Banque en vue de mettre au point des modèles au sein desquels les variables financières jouent un rôle actif dans la transmission des mesures de politique monétaire à l'activité économique. Ces modèles peuvent faciliter l'analyse de l'information économique

1. Pour en savoir plus sur ce modèle, voir Fenton et Murchison (2006) dans la présente livraison.

2. Voir Coletti et Murchison (2002).

du point de vue financier et fournir une vue d'ensemble des répercussions de l'évolution financière sur les perspectives économiques actuelles. Les auteurs expliquent en outre comment ces projets de recherche peuvent contribuer à résoudre d'autres questions fondamentales liées aux objectifs de la politique monétaire et à sa mise en œuvre, par exemple celle de savoir comment les variations des prix des actifs doivent être incorporées dans le cadre de conduite de la politique monétaire.

Pourquoi s'intéresser aux canaux financiers?

L'une des principales fonctions du système financier consiste à canaliser l'épargne vers les placements les plus productifs. Dans bon nombre de modèles macroéconomiques, le système financier est représenté par un taux d'intérêt unique qui assimile l'épargne aux investissements. Si cette assimilation s'avère utile à bien des égards, elle est également restrictive. En effet, les opérations d'emprunt et de prêt ne se déroulent pas dans des marchés parfaits. Les coûts de transaction, l'asymétrie de l'information et le caractère exécutoire limité des contrats créent des *frictions* qui viennent compliquer les activités financières. Lorsqu'il y a asymétrie de l'information, l'emprunteur connaît, par exemple, la qualité d'un projet d'investissement et son résultat, alors que le prêteur, pour obtenir ce renseignement, doit assumer des coûts de surveillance ou de vérification. De plus, faire respecter un contrat financier demande énormément de temps et d'argent. Quand le contrat n'est pas honoré, le règlement judiciaire coûte cher. Ces frictions peuvent rendre les prêteurs plus réticents. Par conséquent, le financement extérieur est susceptible d'être en réalité plus onéreux, et sa disponibilité moindre, que ce n'est le cas dans un modèle dépourvu de frictions financières.

Afin de réduire les frais élevés que doivent engager les prêteurs et les emprunteurs individuels à des fins de surveillance et de règlement judiciaire, on a mis au point des ententes financières de divers types. En vertu de ces ententes, destinées à harmoniser les motivations de l'emprunteur et celles du prêteur, le coût d'emprunt ou la disponibilité du financement sont en bonne partie fonction de la situation financière de l'emprunteur[3]. Il s'ensuit que l'effet de bilan joue un grand rôle dans les fluctuations économiques, rôle inexistant dans les modèles macroéconomiques plus traditionnels.

Des travaux empiriques révèlent que les variables de bilan font partie des déterminants clés des dépenses d'investissement et de consommation. Ainsi, des études menées à partir de données recueillies dans des entreprises montrent que des variables financières comme les flux de trésorerie, l'endettement et d'autres facteurs tirés du bilan exercent une influence sur les dépenses d'investissement (Fazzari, Hubbard et Petersen, 1988 et travaux ultérieurs)[4]. De même, les petites entreprises, auxquelles on associe souvent des contraintes financières plus strictes, seraient responsables dans une proportion démesurée du recul de la production manufacturière et de la demande de stocks de produits qui suit l'adoption d'une nouvelle politique monétaire (Gertler et Gilchrist, 1994).

Lorsque le système financier est le théâtre de frictions, les coûts de financement varient selon la situation financière de l'emprunteur, d'où la création d'un canal de crédit pour la transmission de la politique monétaire.

Lorsque le système financier est le théâtre de frictions, les coûts de financement varient selon la situation financière de l'emprunteur, d'où la création d'un canal de crédit pour la transmission de la politique monétaire (Bernanke et Gertler, 1995). Il en ressort que des taux d'intérêt bas, parce qu'ils continuent à raffermir le bilan des emprunteurs et réduisent les coûts de financement de ceux-ci, peuvent faire augmenter les dépenses réelles. Ce phénomène économique est absent des modèles traditionnels, dans lesquels l'incidence de la politique monétaire sur la demande globale et l'inflation s'exerce seulement par l'intermédiaire de deux canaux : celui des taux d'intérêt et celui des taux de change. Puisque des fondements théoriques et empiriques militent en faveur de la prise en compte de canaux financiers, les décideurs devraient s'intéresser

3. Par exemple, un prêteur peut exiger de l'emprunteur des garanties afin d'atténuer les conséquences qu'aurait une défaillance de ce dernier.

4. Pour des travaux portant sur des entreprises canadiennes, voir Ng et Schaller (1996), Chirinko et Schaller (2004) de même que Aivazian, Ge et Qiu (2005).

à des modèles dotés d'éléments financiers plus complexes, pour mieux comprendre les répercussions de leurs décisions sur l'activité économique.

De plus, l'importance de ces effets financiers pourrait être épisodique et dépendre du cycle économique. Les facteurs financiers contribuent tout particulièrement à expliquer certains des pires ralentissements économiques survenus au cours des cent dernières années. Bernanke (1983) soutient que, si l'économie américaine est passée d'une simple récession en 1929-1930 à la Grande Dépression, c'est à cause d'une interruption de l'intermédiation financière, c'est-à-dire de la canalisation de l'épargne vers l'investissement. Fisher (1933) souligne que la baisse du niveau des prix a fait grimper le fardeau réel de la dette des emprunteurs pendant cette période. De même, bon nombre d'analystes ont imputé le marasme et la déflation prolongés au Japon, pendant les années 1990, à l'éclatement de bulles immobilières et boursières et à l'affaiblissement subséquent de la situation financière du système bancaire. Quant à la crise traversée par les États-Unis au début des années 1990, elle a alimenté un débat très animé : l'étranglement du crédit avait-il été provoqué par une capitalisation déficiente des banques? Il se peut que ces problèmes aient été envenimés dans certaines régions par une chute des prix des immeubles commerciaux. Pour prévenir la récurrence de tels épisodes, les décideurs doivent bien connaître les facteurs financiers à l'œuvre.

Malgré l'intérêt que présentent les canaux financiers, pour les décideurs, il pourrait s'avérer stratégiquement judicieux d'exclure la plupart d'entre eux du principal modèle de projection. Il est possible, par exemple, que leur influence soit plus forte à certaines périodes que d'autres, de sorte qu'elle ne doive pas être systématiquement prise en compte dans les décisions de politique monétaire. Si tel est le cas, les avantages d'intégrer les canaux dans le modèle pourraient parfois être éclipsés par la complexité accrue du modèle et son coût. Il n'en reste pas moins que des modèles distincts pourvus de canaux financiers mieux conçus peuvent venir compléter le modèle principal et réduire le risque d'erreur dans la formulation de la politique monétaire.

Contribution à l'analyse de la politique monétaire

Les modèles dotés d'un secteur financier plus riche peuvent apporter une contribution appréciable à la discussion sur divers enjeux stratégiques auxquels sont actuellement confrontées les banques centrales. Par exemple, depuis quelques années, les prix des maisons ont bondi dans certains pays alors que les dépenses des ménages demeuraient très soutenues. Grâce à la valeur accrue de leur propriété, les ménages disposaient d'un avoir propre foncier considérable, qui a amélioré leur capacité d'emprunt[5]. Ainsi, le recours notamment aux prêts adossés à la valeur nette des maisons pour tirer parti de cet avoir a grandement stimulé la dépense des ménages ces dernières années. Au Canada, la forte progression des lignes de crédit garanties par l'avoir propre foncier a coïncidé avec la montée des prix des maisons[6]. D'après des enquêtes menées aux États-Unis, environ la moitié des emprunts contractés sur la valeur nette des maisons avaient servi à l'achat de biens et de services, tandis que les microdonnées recueillies au sujet des ménages canadiens indiquent que, dans une proportion située entre 20 % et 50 %, ces derniers utilisent les fonds ainsi obtenus pour financer des dépenses de consommation courantes[7]. La modélisation d'un secteur financier plus riche pourrait permettre de mesurer l'incidence de ces effets de bilan sur les dépenses des ménages et l'activité du marché immobilier résidentiel.

Les modifications subies par le système financier peuvent aussi influer sur l'orientation qu'il convient d'imprimer à la politique monétaire. Des instruments financiers novateurs ou des pratiques de prêt d'un genre nouveau peuvent agir sur le montant et le type de l'endettement figurant au bilan des emprunteurs et avoir ainsi des retombées sur le mécanisme de transmission de la politique monétaire[8]. À cet égard, l'analyse des facteurs financiers aide grandement à comprendre comment l'économie évolue et à estimer les incidences possibles des mesures de politique monétaire.

---

5. Campbell et Cocco (2005) ont relevé au Royaume-Uni des microdonnées confirmant l'argument selon lequel une hausse des prix des maisons assouplit les contraintes de crédit.

6. Le solde des lignes de crédit personnelles s'est accru en moyenne de 20 % par année depuis 1999, et, pour environ les deux tiers, ces lignes de crédit sont garanties par l'avoir propre foncier. Selon toute vraisemblance, une part de cette progression tient au fait que ces lignes ont remplacé d'autres formes d'emprunt.

7. Voir Greenspan et Kennedy (2005) pour une analyse de la situation aux États-Unis.

8. Au titre des innovations, citons le recours à la cote de crédit pour améliorer l'efficacité du processus d'évaluation des demandes de prêt, ou encore la pratique des institutions financières qui consiste à titriser des prêts de manière à accroître les sources de financement pour les prêteurs. En général, les innovations apportées au système financier réduisent les frictions et pourraient rapprocher l'économie de l'approximation qui en est faite dans le modèle TOTEM.

En outre, des liens plus étoffés entre l'évolution du secteur financier et celle de l'économie réelle sont essentiels pour l'examen de certaines questions fondamentales liées au cadre de conduite de la politique monétaire. La manière dont une banque centrale réagit face aux prix des actifs dépend à la fois du rôle joué par ces prix dans les fluctuations de la production et de l'inflation et de la manière dont les mouvements de ces prix se répercutent sur le fonctionnement du système financier (ce que nous verrons plus loin). D'autres sujets d'études importants ont trait au taux d'inflation optimal ainsi qu'aux avantages et aux inconvénients de cibles d'inflation plutôt que de cibles du niveau des prix. La prédominance des titres de dette à rendement nominal, à court comme à long terme, et les lois sur la faillite et l'insolvabilité, qui déterminent les coûts liés aux défauts de paiement, devraient constituer des considérations majeures dans ces travaux (voir également Howitt, 2005).

Des liens plus étoffés entre l'évolution du secteur financier et celle de l'économie réelle sont essentiels pour l'examen de certaines questions fondamentales liées au cadre de conduite de la politique monétaire.

Enfin, les modèles qui tissent des liens cohérents entre le secteur financier et l'économie réelle se révèlent utiles non seulement pour l'analyse de la politique monétaire, mais aussi pour celle de questions rattachées à la stabilité financière, qui suscitent elles aussi un vif intérêt parmi les banques centrales. Pour étudier l'impact d'une perturbation sur le fonctionnement du système financier, il importe d'abord de bien comprendre ce fonctionnement.

La modélisation des canaux financiers

Pour représenter les canaux financiers, les modèles les plus répandus sont les *modèles de l'accélérateur financier*, qui établissent un lien explicite entre, d'une part, le bilan des emprunteurs et, d'autre part, leur accès à un financement externe ou le coût de ce financement.

Bernanke et Gertler (1989) sont les instigateurs de l'un des courants importants de la recherche à cet égard. Leur modèle s'articule autour de deux catégories d'acteurs : les ménages, c'est-à-dire les prêteurs, et les propriétaires d'entreprises et entrepreneurs, c'est-à-dire les emprunteurs. On sait également qu'il existe une asymétrie d'information entre l'emprunteur et le prêteur, car ce dernier doit assumer des frais pour connaître le résultat du projet d'investissement exécuté par l'emprunteur. À cause des coûts de surveillance engendrés par cette asymétrie, le prix d'un financement non garanti peut excéder celui de fonds autogénérés. Dans ce contexte, la situation financière de l'emprunteur est un élément déterminant des conditions de crédit qui lui seront imposées. En fait, la valeur nette d'une entreprise a un effet sur la prime associée aux sources externes de financement (fonds provenant de l'extérieur de l'entreprise). Prises globalement, les variations de la situation financière d'une entreprise au cours du cycle économique donnent lieu à une prime de risque anticyclique sur la dette qui intensifie les fluctuations de la production et de l'investissement.

Cette réaction en chaîne est connue sous le nom de mécanisme d'accélérateur financier à cause des effets en retour de la situation financière des emprunteurs et des conditions de crédit, effets susceptibles d'amplifier les fluctuations cycliques. Par exemple, la valeur nette d'une firme se dégrade quand un choc négatif réduit ses flux de trésorerie et la valeur de ses immobilisations. La détérioration subie par le bilan fait grimper le coût du financement au détriment de l'investissement. En contrecoup, le capital se dévalorise encore plus, la valeur nette de la firme suit le mouvement, les coûts de financement poursuivent leur ascension et l'investissement en souffre davantage.

Dans leurs travaux fondateurs, Kiyotaki et Moore (1997) ont mis au point une autre manière d'illustrer le mécanisme d'accélérateur financier. La friction financière illustrée par ce modèle tient à un problème d'engagement : l'emprunteur peut manquer à son engagement et ne jamais rembourser le prêteur. En vertu de l'accord financier qui garantit le remboursement, le montant des prêts disponibles se limite à une fraction de la valeur des sûretés que peut offrir l'emprunteur. Dans ce cas, c'est le montant du financement extérieur, et non le coût, qui est mis en rapport avec l'état du bilan de l'emprunteur.

Bon nombre de chercheurs font valoir que le mécanisme d'accélérateur financier peut aggraver les effets de chocs légers (Bernanke, Gertler et Gilchrist, 1999, ainsi

que Iacoviello, 2005) ou prolonger ces effets sur les variables réelles (Carlstrom et Fuerst, 1997). Il en ressort que le recours aux mécanismes d'accélérateur financier pourrait s'avérer très utile dans l'élaboration d'une dynamique plus réaliste du cycle économique pour les modèles destinés à l'analyse des politiques.

Un point de départ pour la construction de modèles

Notre stratégie consiste à prendre comme point de départ les principales composantes des modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques mis au point pour l'analyse des politiques dans certaines banques centrales, puis à y intégrer des éléments financiers.

Nous ajoutons deux mécanismes d'accélérateur financier, l'un qui s'applique aux ménages et l'autre aux entreprises, à un modèle autrement assez semblable à TOTEM pour ce qui est de la représentation de l'économie réelle. À titre d'exemple, les prix sont rigides, de manière à faire ressortir l'effet à court terme de la politique monétaire sur les variables réelles. Cette façon de faire rend possible l'évaluation des effets des canaux financiers sur les risques entachant l'analyse au moyen du modèle TOTEM.

Notre stratégie consiste à prendre comme point de départ les principales composantes des modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques mis au point pour l'analyse des politiques dans certaines banques centrales, puis à y intégrer des éléments financiers.

Les travaux que nous avons effectués jusqu'ici font suite à ceux de Iacoviello (2005)[9]. Le modèle met en scène des ménages qui prêtent des fonds à d'autres ménages et à des propriétaires d'entreprise. Tient lieu de friction financière la difficulté de contraindre l'emprunteur à rembourser, laquelle pousse les prêteurs à exiger des garanties. En outre, les ménages achètent et vendent des maisons, d'où l'apparition d'un marché immobilier résidentiel. Le montant des prêts ne peut excéder une fraction donnée de la valeur des biens immobiliers appartenant à un emprunteur. Cette fraction peut être assimilée au rapport prêt-valeur sur lequel reposent les prêts hypothécaires types.

Pour illustrer certaines des principales caractéristiques du modèle, pensons à un choc économique qui provoque une hausse des prix des maisons. La valeur de l'actif des ménages s'en trouve majorée et, de ce fait, le montant des garanties dont ils disposent. Les ménages peuvent ainsi emprunter plus, afin d'acheter une autre maison ou d'accroître leur consommation. L'effet d'accélération se fait sentir ici parce que ces dépenses supplémentaires font grimper encore les prix des maisons et, par conséquent, la valeur des garanties, d'où un accès élargi au crédit. Les propriétaires d'entreprise sont aussi soumis à une contrainte de garantie, mais dans leur cas, celle-ci entrave leur capacité d'investir.

Ce modèle a ceci d'intéressant que le bilan de tous les emprunteurs (ménages et entreprises) s'améliore en période d'essor économique. Il en résulte un assouplissement généralisé des conditions de financement, dont bénéficient à la fois les ménages et les entreprises. Le tout laisse présager une accentuation de la croissance de la production, puisque les dépenses de consommation et d'investissement seront stimulées[10].

Autre particularité digne de mention, les effets des mécanismes d'accélérateur financier sur les variables macroéconomiques clés dans ce modèle dépendent de la nature du choc. Cela tient à l'une des caractéristiques essentielles du modèle, à savoir que les contrats d'emprunt y sont exprimés en termes nominaux, comme c'est effectivement le cas dans la plupart des relations de financement. Si, contre toute attente, l'inflation demeure à un bas niveau pendant toute la durée du prêt, le coût de remboursement assumé par l'emprunteur devient supérieur à ce qui avait été prévu[11]. Un recul imprévu des prix diminue la valeur nette des emprunteurs et, par conséquent, leur capacité d'emprunt. La hausse du coût réel de remboursement entraîne un déplacement du capital, qui passe des mains des emprunteurs, dont la propension marginale

9. Il s'agit de travaux en cours; nous faisons état ici des résultats que nous avons obtenus jusqu'à maintenant et de ceux de Iacoviello (2005).

10. L'incidence nette dépend du comportement de ceux qui fournissent les capitaux dans cette économie modélisée. Par exemple, il est probable qu'un choc positif que l'on présume temporaire incitera les épargnants à prêter plutôt à court terme.

11. Ce mécanisme est mis en évidence dans un article bien connu de Fisher (1933) sur l'endettement et la déflation.

à consommer est élevée, à celles des prêteurs (épargnants), dont la propension à consommer est faible. Il en résulte un fléchissement de la demande globale. Par conséquent, les mécanismes financiers à l'œuvre dans le modèle amplifieront les chocs de demande mais amoindriront les chocs d'offre. Un choc de demande positif fait augmenter la production et l'inflation, et une hausse de l'inflation (même temporaire sous le régime de cibles d'inflation) abaisse le coût réel du service de la dette, de sorte que l'emprunteur a plus aisément accès à un financement au-delà de ce qui lui est proposé dans le cadre du mécanisme d'accélérateur habituel. Un choc d'offre qui stimule la production et tempère l'inflation fait monter le coût réel de remboursement d'un emprunt; en contrecoup, la valeur nette de l'emprunteur recule et le rythme d'accroissement de la production est partiellement ralenti.

Pour mieux comprendre ces mécanismes d'accélérateur financier, les auteurs de deux documents de travail de la Banque du Canada (Christensen et Dib, 2006, et Gammoudi et Mendes, à paraître) analysent isolément l'effet de ces mécanismes sur les entreprises et sur les ménages. Christensen et Dib estiment un modèle très semblable à celui de Bernanke, Gertler et Gilchrist (1999), dans lequel les entreprises doivent emprunter pour se procurer du capital et verser une prime sur le financement externe. D'après leurs résultats, il semble que ce mécanisme puisse contribuer à représenter les covariations de la production, de l'inflation et de l'investissement. Les auteurs démontrent aussi que le mécanisme d'accélérateur financier amplifie les fluctuations de l'investissement, mais qu'il peut réduire celles de la consommation. Cette réduction peut se produire si, par exemple, les ménages (la source ultime de financement) modèrent leur consommation et épargnent plus pour tirer parti des rendements provisoirement supérieurs des investissements et de l'atténuation du risque dont sont assortis les prêts aux entreprises. Par conséquent, pour certains types de chocs, le mécanisme d'accélérateur financier a eu peu d'effet sur la production ou l'inflation, qui sont les variables auxquelles les autorités monétaires prêtent le plus d'attention. De leur côté, Gammoudi et Mendes ont mis au point un modèle au sein duquel les ménages sont à la fois les prêteurs et les emprunteurs. Les ménages emprunteurs y sont soumis à des contraintes de garantie inspirées de Iacoviello (2005). Gammoudi et Mendes concluent, notamment, que ce modèle saisit mieux la corrélation entre les prix de l'immobilier et la consommation qu'un modèle sans contrainte de crédit.

Dans le cas des deux études que nous venons d'évoquer, les mécanismes d'accélérateur financier jouent un rôle capital dans la covariation des principales variables considérées. Les résultats obtenus à partir du modèle intégré qui est en cours d'élaboration donnent à penser que la présence de mécanismes d'accélérateur financier aussi bien dans le secteur des entreprises que dans celui des ménages peut accroître l'effet sur la production de certains types de chocs par rapport aux modèles où ce mécanisme se limite à un secteur, comme c'était le cas dans ces deux études.

L'incidence des mécanismes d'accélérateur financier varie suivant la nature du choc. Un modèle de ce genre pourrait donc s'avérer utile en fournissant une interprétation différente des données récentes.

D'après les travaux effectués jusqu'à présent, les mécanismes d'accélérateur financier semblent pouvoir orienter de manière fructueuse les délibérations concernant la politique monétaire. L'incidence de ces mécanismes sur les variables macroéconomiques clés peut être marquante et l'on sait qu'elle varie suivant la nature du choc économique. Il se pourrait donc que ces modèles donnent un aperçu plus fidèle des forces économiques qui se sont exercées au fil du temps. En matière de politiques, un modèle de ce genre pourrait s'avérer utile en fournissant une interprétation différente des données récentes et aiguiller les décideurs quant à la manière dont les événements économiques se dérouleront à l'horizon de prévision.

Vers une analyse plus complète des canaux financiers

L'importance quantitative des frictions financières continue de soulever des débats. D'après certains, il est peu probable que les mécanismes financiers représentés dans les modèles dont il vient d'être question jouent un rôle significatif dans les fluctuations cycliques de l'économie. Kocherlakota (2000) ainsi que Cordoba et Ripoll (2004), par exemple, considèrent que l'amplification des chocs produits par les contraintes de crédit pourrait n'être pertinente que lorsque les hypothèses sont plutôt restrictives. Chari, Kehoe et

McGrattan (2006) font valoir que, pour expliquer les fluctuations du cycle économique, l'utilité d'un modèle dépend directement de la manière dont les frictions financières sont modélisées. Les questions soulevées par ces auteurs permettent de croire que ce domaine de recherche pourrait s'avérer prometteur, particulièrement en ce qui a trait au rôle de ces mécanismes au sein de divers types de modèle et à leur capacité de représenter certaines caractéristiques clés des données macroéconomiques.

En outre, il y aurait lieu d'étoffer les mécanismes à l'œuvre dans les modèles de l'accélérateur financier afin qu'ils reflètent mieux la réalité des marchés. Aucune des recherches citées précédemment n'établit de distinction formelle entre les institutions financières et les marchés financiers. Or, cette distinction pourrait bien être décisive, puisque l'état du bilan des banques peut avoir une incidence sur la disponibilité du crédit. De même, les effets des mécanismes d'accélérateur financier pourraient être touchés si les entreprises avaient accès à d'autres sources de financement, comme l'émission d'obligations ou d'actions. Nous présenterons plus loin d'autres pistes de recherche.

Le canal des fonds propres bancaires

Les modèles cités précédemment font totalement abstraction du rôle dévolu aux fonds propres des banques (c'est-à-dire leur valeur nette et leur capital-actions) dans le mécanisme de transmission de la politique monétaire. Selon des données empiriques convaincantes, cette omission est d'autant plus regrettable que la structure financière des banques influe sur les décisions de prêt et que la stabilité macroéconomique tient en bonne partie à ces institutions (Peek et Rosengren, 1995 et 1997). Des chercheurs de la Banque du Canada et d'ailleurs se sont penchés sur l'importance des fonds propres bancaires relativement à l'amplification et à la propagation des chocs. Leurs travaux présentent un autre mécanisme d'accélérateur financier : l'évolution endogène des fonds propres bancaires ainsi que leur interaction avec la valeur nette des entreprises (et les prix des actifs) propagent les effets de la politique monétaire dans l'économie réelle.

Meh et Moran (2004) de même que Sunirand (2002) travaillent à la construction de modèles d'équilibre général dynamiques qui étudient le lien entre, d'une part, l'évolution des fonds propres des banques et la valeur nette des entrepreneurs et, d'autre part, la politique monétaire et l'activité économique. Ces modèles présentent deux sources d'asymétrie de l'information. La première tient aux relations entre banques et emprunteurs, relations dans le cadre desquelles les emprunteurs peuvent décider d'entreprendre des projets à risque élevé sans signaler leur véritable rendement, dans le but de profiter d'avantages privés qui ne sont pas observables. Pour atténuer ce problème, les banques exigent des entreprises qu'elles investissent dans les projets concernés à même leur propre valeur nette. La capacité d'emprunter d'une firme dépend de sa situation financière. Ce canal revient dans la plupart des modèles avec mécanisme d'accélérateur financier, comme on l'a déjà souligné (voir Bernanke, Gertler et Gilchrist, 1999). La deuxième source d'asymétrie découle de la relation entre les banques et leurs sources de financement (les épargnants ou les investisseurs); ici, les banques, auxquelles les épargnants s'en remettent pour la surveillance des entreprises, ne s'acquittent pas nécessairement bien de ce mandat à cause des coûts élevés que cela nécessite. Les investisseurs réagissent en exigeant des banques qu'elles puisent dans leur valeur nette (leurs fonds propres) pour financer les projets. Ainsi, le capital qu'une banque peut se procurer auprès d'investisseurs afin de le prêter à des entreprises est limité par le montant de ses fonds propres.

La multiplicité des sources de financement extérieur

Dans tous les modèles évoqués jusqu'à présent, on présume, pour simplifier, que les entreprises et les banques ne peuvent recourir qu'à une seule source de financement extérieur, soit le financement par emprunt. Dans les faits, la plupart des entreprises se procurent un tel financement auprès de sources multiples, comme les prêts bancaires et l'émission de titres de créance négociables ou d'actions.

À partir de l'ensemble des données de Compustat sur les firmes américaines, Covas et den Haan (à paraître) constatent que l'émission d'obligations et d'actions est procyclique pour la plupart de ces firmes. Cela les amène à proposer un modèle d'équilibre dynamique et stochastique dans lequel les entreprises ont accès à deux sources de financement extérieur : l'emprunt et l'émission d'actions. Dans un tel modèle, la valeur nette de l'entreprise augmente non seulement parce que cette dernière conserve ses bénéfices (ainsi qu'on le présume dans les modèles précédents), mais aussi parce qu'elle émet des actions. Le modèle comporte une autre caractéristique notable, soit la diversité en ce qui a trait à la taille des entreprises, les petites entreprises émettant plutôt des actions, et les grandes

préférant le financement par emprunt. Une version calibrée du modèle de Covas et den Haan indique que, lorsqu'il y a émission d'actions, l'efficacité des modèles de l'accélérateur financier s'en trouve accrue. Plus précisément, après un choc de productivité positif, la production augmente plus dans le modèle avec financement par actions et par obligations que dans le modèle où seules des obligations sont émises.

Jermann et Quadrini (2006) utilisent également un modèle dans lequel les entreprises financent leur production grâce à des émissions d'actions et d'obligations. En outre, les fluctuations cycliques de l'économie sont provoquées par les chocs que subissent les prix des actifs et qui sont propagés dans l'économie réelle par l'intermédiaire de frictions financières. Les auteurs montrent que les innovations financières qui accroissent la capacité d'emprunter et d'émettre des actions permettent aux entreprises de s'adapter plus aisément aux chocs de prix d'actifs. Un programme de financement souple entraîne une plus grande volatilité de la structure financière des entreprises, mais rend la production moins instable en présence de chocs de prix d'actifs.

La détermination des prix des actifs

Les modèles qui intègrent des frictions financières (comme celui qui est décrit aux pages 36 et 37) comportent une caractéristique digne de mention, à savoir que les variations des prix des actifs y ont une incidence sur la capacité d'emprunt des entreprises ou des ménages. Le modèle constitue donc un laboratoire naturel permettant d'explorer des questions clés, comme l'orientation que doit prendre la politique monétaire en cas de chocs de prix d'actifs. Il importe que cette exploration se fasse à l'aide d'un modèle qui relie les fluctuations des prix des actifs avec l'économie réelle et l'inflation.

Basant-Roi et Mendes (à paraître), deux chercheurs de la Banque, ont mis au point un modèle dans lequel les ménages sont confrontés à une prime de financement extérieur semblable à celle utilisée par Bernanke, Gertler et Gilchrist (1999). Ils emploient ce modèle pour analyser comment le mécanisme d'accélérateur financier et une bulle immobilière (définie comme étant un écart soutenu et croissant des prix des maisons par rapport à leurs niveaux fondamentaux) interagissent pour influer sur l'horizon optimal auquel les autorités monétaires doivent ramener l'inflation à la cible. Ils concluent qu'une bulle immobilière allonge sensiblement ce délai optimal[12]. Dans leurs travaux, comme dans bon nombre d'autres modèles, les bulles sont exogènes, si bien qu'elles demeurent imperméables aux mesures de politique monétaire. Voici une piste stimulante pour les recherches à venir : concevoir des modèles quantitatifs dans lesquels de fortes variations des prix des actifs ne seraient pas liées à l'évolution du reste de l'économie. Des travaux en ce sens ont été entrepris à la Banque du Canada et ailleurs (Caballero et Krishnamurthy, 2006; Ríos-Rull et Sánchez-Marcos, 2006; Tomura, à paraître).

Conclusions

Nous avons présenté ici la recherche portant sur l'élaboration de modèles qui formalisent les canaux financiers en vue de faciliter l'analyse de la politique monétaire à la Banque du Canada, et nous avons fait état des travaux effectués jusqu'à maintenant. Ces travaux sont particulièrement dignes d'intérêt, compte tenu de l'évolution financière récente et des fluctuations marquées des prix des actifs. Les travaux en cours sur les modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques et les frictions financières permettent de croire que cette piste de recherche pourrait mener à une meilleure compréhension du rôle dévolu aux variables du crédit et aux variables financières dans le mécanisme de transmission de la politique monétaire. Il reste toutefois beaucoup à découvrir sur la modélisation des liens financiers et réels, et l'on est à envisager diverses manières d'améliorer la recherche actuelle. Les progrès réalisés à ce jour portent à croire que ces modèles renforceront la qualité des conseils prodigués et nous aideront à répondre à différentes questions touchant la politique monétaire. Tout ceci a son importance pour les décideurs, parce que l'« examen de la situation économique sous différents angles permet d'aboutir à des analyses rigoureuses plus exhaustives » (Macklem, 2002).

12. Pour un aperçu de ces travaux et de recherches connexes, voir Coletti, Selody et Wilkins (2006).

Ouvrages et articles cités

Aivazian, V., Y. Ge et J. Qiu (2005). « The Impact of Leverage on Firm Investment: Canadian Evidence », *Journal of Corporate Finance*, vol. 11, n^os 1 et 2, p. 277-291.

Basant-Roi, M., et R. Mendes (à paraître). « Should Central Banks Adjust Their Target Horizons in Response to Housing-Price Bubbles? », document de travail, Banque du Canada.

Bernanke, B. (1983). « Nonmonetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of the Great Depression », *American Economic Review*, vol. 73, n° 3, p. 257-276.

Bernanke, B., et M. Gertler (1989). « Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations », *American Economic Review*, vol. 79, n° 1, p. 14-31.

——— (1995). « Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n° 4, p. 27-48.

Bernanke, B., M. Gertler et S. Gilchrist (1999). « The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework ». *In* : *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1C, sous la direction de J. B. Taylor et M. Woodford, Amsterdam, Elsevier Science.

Caballero, R., et A. Krishnamurthy (2006). « Bubbles and Capital Flow Volatility: Causes and Risk Management », *Journal of Monetary Economics*, vol. 53, n° 1, p. 35-53.

Campbell, J., et J. Cocco (2005). « How Do House Prices Affect Consumption? Evidence from Micro Data », document de travail n° 11534, National Bureau of Economic Research.

Carlstrom, C., et T. Fuerst (1997). « Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis », *American Economic Review*, vol. 87, n° 5, p. 893-910.

Chari, V., P. Kehoe et E. McGrattan (2006). « Business Cycle Accounting », département des Recherches, Banque fédérale de réserve de Minneapolis, coll. « Staff Reports », n° 328.

Chirinko, R., et H. Schaller (2004). « A Revealed Preference Approach to Understanding Corporate Governance Problems: Evidence from Canada », *Journal of Financial Economics*, vol. 74, n° 1, p. 181-206.

Christensen, I., et A. Dib (2006). « Monetary Policy in an Estimated DSGE Model with a Financial Accelerator », document de travail n° 2006-9, Banque du Canada.

Coletti, D., et S. Murchison (2002). « Le rôle des modèles dans l'élaboration de la politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 21-29.

Coletti, D., J. Selody et C. Wilkins (2006). « Une nouvelle analyse de l'horizon de la cible d'inflation », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 33-40.

Cordoba, J.-C., et M. Ripoll (2004). « Credit Cycles Redux », *International Economic Review*, vol. 45, n° 4, p. 1011-1046.

Covas, F., et W. den Haan (à paraître). « The Role of Debt and Equity Finance over the Business Cycle », document de travail, Banque du Canada.

Fazzari, S., R. Hubbard et B. Petersen (1988). « Financing Constraints and Corporate Investment », *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 1, p. 141-195.

Fenton, P., et S. Murchison (2006). « TOTEM, le nouveau modèle de projection et d'analyse de politiques de la Banque du Canada », *Revue de la Banque du Canada* (présente livraison), p. 5-20.

Fisher, I. (1933). « The Debt-Deflation Theory of Great Depressions », *Econometrica*, vol. 1, n° 4, p. 337-357.

Gammoudi, M., et R. Mendes (à paraître). « Household Sector Financial Frictions in Canada », document de travail, Banque du Canada.

Gertler, M., et S. Gilchrist (1994). « Monetary Policy, Business Cycles, and the Behavior of Small Manufacturing Firms », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, n° 2, p. 309-340.

Greenspan, A., et J. Kennedy (2005). « Estimates of Home Mortgage Originations, Repayments, Debts on One-to-Four-Family Residences », Washington, Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale américaine, coll. « Finance and Economics Discussion », n° 2005-41.

Howitt, P. (2005). « Discussion 3 ». *In* : *Issues in Inflation Targeting*, actes d'un colloque tenu à la Banque du Canada les 24 et 25 avril 2005.

Iacoviello, M. (2005). « House Prices, Borrowing Constraints and Monetary Policy in the Business Cycle », *American Economic Review*, vol. 95, n° 3, p. 739-764.

Ouvrages et articles cités (suite)

Jenkins, P., et D. Longworth (2002). « Politique monétaire et incertitude », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 3-10.

Jermann, U., et V. Quadrini (2006). « Financial Innovations and Macroeconomic Volatility », University of Pennsylvania et University of Southern California. Manuscrit.

Kiyotaki, N., et J. Moore (1997). « Credit Cycles », *Journal of Political Economy*, vol. 105, n° 2, p. 211-248.

Kocherlakota, N. (2000). « Creating Business Cycles Through Credit Constraints », *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, vol. 24, n° 3, p. 2-10.

Macklem, T. (2002). « Les éléments d'information et d'analyse préalables à la prise des décisions de politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 11-19.

Meh, C., et K. Moran (2004). « Bank Capital, Agency Costs, and Monetary Policy », document de travail n° 2004-6, Banque du Canada.

Ng, S., et H. Schaller (1996). « The Risky Spread, Investment, and Monetary Policy Transmission: Evidence on the Role of Asymmetric Information », *Review of Economics and Statistics*, vol. 78, n° 3, p. 375-383.

Peek, J., et E. Rosengren (1995). « The Capital Crunch: Neither a Borrower nor a Lender Be », *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27, n° 3, p. 625-638.

——— (1997). « The International Transmission of Financial Shocks: The Case of Japan », *American Economic Review*, vol. 87, n° 4, p. 495-505.

Ríos-Rull, J.-V., et V. Sánchez-Marcos (2006). « House Price Movements », University of Pennsylvania (juin). Manuscrit.

Sunirand, P. (2002). « The Role of Bank Capital and the Transmission Mechanism of Monetary Policy », London School of Economics. Manuscrit.

Tomura, H. (à paraître). « Firm Dynamics, Bankruptcy Laws and Total Factor Productivity », document de travail, Banque du Canada.

Le nouvel indice de taux de change effectif du dollar canadien

Janone Ong, département des Marchés financiers

- *La Banque du Canada a créé un nouvel indice de taux de change effectif du dollar canadien, l'indice TCEC, pour remplacer l'indice C-6 qu'elle utilisait jusqu'ici. Fondé sur les pondérations établies par le Fonds monétaire international sur la base du commerce multilatéral, ce nouvel indice comprend les six monnaies des pays ou des zones économiques détenant les plus larges parts des échanges du Canada avec l'étranger.*
- *Les pondérations de type multilatéral utilisées pour calculer l'indice TCEC prennent en considération à la fois la concurrence directe et la concurrence s'exerçant sur les marchés tiers, ce qui donne un portrait de la compétitivité du Canada plus complet que ne le faisaient les pondérations tirées des chiffres du commerce bilatéral utilisées dans l'ancien indice C-6.*
- *L'indice TCEC rend mieux compte des changements survenus récemment dans le profil du commerce extérieur du Canada, notamment l'importance accrue de la Chine et du Mexique ainsi que le poids relativement moindre de l'Europe et du Japon comme partenaires commerciaux du Canada.*
- *Étant donné la forte pondération que les indices TCEC et C-6 accordent au dollar américain, ils affichent une évolution très semblable dans le temps. Toutefois, lorsque le dollar américain est exclu du panier de devises pris en compte par ces indices, la trajectoire du taux de change effectif du dollar canadien qu'ils révèlent diffère sensiblement de l'un à l'autre.*

Un taux de change effectif est une mesure de la valeur de la monnaie d'un pays par rapport aux monnaies de ses plus importants partenaires commerciaux. Il consiste en une moyenne pondérée des taux de change bilatéraux du pays en question. Les pondérations reflètent habituellement le poids relatif des divers pays étrangers dans le commerce extérieur du pays de référence. La Banque du Canada recourt à un indice de ce taux représentant de façon synthétique les fluctuations des taux de change lorsqu'elle procède à ses évaluations de la situation actuelle et future de l'économie. Le présent article a pour objet de décrire l'indice de taux de change effectif du dollar canadien, ou indice TCEC que la Banque a récemment mis au point pour remplacer son indice pondéré en fonction des échanges commerciaux, l'indice C-6.

La Banque a eu recours à l'indice C-6 et à son prédécesseur, l'indice G-10, à partir du début des années 1980. L'indice C-6 mesure la valeur du dollar canadien par rapport à six monnaies importantes (le dollar américain, l'euro, le yen japonais, la livre sterling, le franc suisse et la couronne suédoise)[1]. Les pondérations servant au calcul de cet indice sont établies d'après les flux des échanges commerciaux de biens du Canada au cours de la période allant de 1994 à 1996. Sauf pour ce qui est d'une modification du panier de monnaies nécessitée par l'introduction de l'euro en 1999, la composition de ce panier et les pondérations utilisées pour calculer l'indice C-6 n'ont pas été modifiées depuis 1999.

1. Pour la période antérieure à 1999, l'indice comprenait les monnaies de l'Allemagne, de la Belgique, de la France, de l'Italie et des Pays-Bas, des pays qui font maintenant partie de la zone euro.

Le profil des échanges commerciaux dans le monde et au Canada a beaucoup changé depuis une dizaine d'années. Selon une récente étude du Fonds monétaire international (FMI), les États-Unis, le Mexique et les pays asiatiques en développement (en particulier la Chine) ont tous connu une augmentation de leur part du commerce extérieur du Canada, tandis que la zone euro et le Japon ont vu la leur diminuer (Bayoumi, Lee et Jayanthi, 2005).

Après le 31 décembre 2006, les valeurs de l'indice C-6 ne seront plus publiées dans le site Web de la Banque ni dans ses publications externes.

Pour mieux tenir compte de ces changements, la Banque du Canada a décidé de remplacer son indice C-6 par un indice de taux de change effectif englobant un groupe de monnaies et des pondérations fondées sur les plus récentes statistiques publiées par le FMI. Après le 31 décembre 2006, les valeurs de l'indice C-6 ne seront plus publiées dans le site Web de la Banque ni dans ses publications externes.

Le nouvel indice

L'indice TCEC est conçu comme une mesure synthétique des fluctuations du dollar canadien par rapport aux monnaies des principaux partenaires commerciaux du Canada; les pondérations et la composition du panier de monnaies ont été actualisées à partir des pondérations du commerce international établies par le FMI[2]. Les pondérations ayant servi au calcul du nouvel indice pour la période de 1996 à aujourd'hui sont fondées sur les statistiques des échanges commerciaux de 184 pays au cours des années 1999 à 2001, plus précisément les échanges de produits de base non énergétiques, de biens manufacturés et de services (dont le tourisme)[3]. Les pondérations servant à déterminer les valeurs de l'indice pour la période antérieure à 1996 sont dérivées des statistiques sur le commerce international couvrant les années 1989 à 1991.

Le nouvel indice ne comprend que les monnaies des pays ayant une pondération d'au moins 2 % d'après les chiffres du commerce international du FMI.

Les pondérations tiennent également compte de la répartition géographique des échanges (importations, exportations bilatérales et concurrence sur les marchés tiers) dans l'établissement du poids relatif des divers pays dans le commerce extérieur du Canada[4]. Cela est important car les sociétés canadiennes sont en concurrence avec les sociétés étrangères sur trois plans : 1) au Canada, avec les importateurs; 2) sur les marchés étrangers, avec les sociétés locales; et 3) sur les marchés étrangers, avec les autres exportateurs. Idéalement, l'estimation des parts du commerce extérieur des pays devrait inclure les trois. Étant donné l'ampleur et la profondeur de la méthodologie employée par le FMI, les pondérations publiées par cet organisme donnent une mesure plus exacte du poids relatif des divers pays dans le commerce extérieur du Canada que les pondérations sur lesquelles s'appuie l'indice C-6, qui sont calculées à partir des statistiques portant uniquement sur les échanges bilatéraux de biens manufacturés.

Le nouvel indice ne comprend que les monnaies des pays ayant une pondération d'au moins 2 % d'après les chiffres du commerce international du FMI. Des 184 pays pris en compte par cet organisme, cinq pays ainsi que la zone euro satisfont à ce critère[5]. Les États-Unis, qui ont la plus forte pondération, sont de très

2. Pour plus de renseignements sur la méthodologie employée par le FMI pour calculer les pondérations, voir Bayoumi, Lee et Jayanthi (2005).

3. Voir en annexe la formule utilisée pour calculer l'indice.

4. Les pondérations relatives aux marchés tiers tiennent compte de la concurrence que se livrent deux pays (le pays de référence et le pays étranger) sur tous les autres marchés. Elles sont calculées en multipliant la part du pays étranger dans l'offre totale sur chacun des marchés tiers par l'importance relative de ce marché dans les exportations du pays de référence. Pour plus de renseignements sur la façon dont les pondérations sont établies, consulter Bayoumi, Lee et Jayanthi (2005).

5. Le FMI considère l'euro comme une entité unique ayant un seul taux de change.

Tableau 1

Pondérations des monnaies dans les indices TCEC et C-6

Monnaie[a]	Indice TCEC		Indice C-6
	1996 à maintenant[b]	1981 à 1995[b]	1980 à maintenant
Dollar É.-U.	0,7618	0,5886	0,8584
Euro	0,0931	0,1943	0,0594
Yen japonais	0,0527	0,1279	0,0527
Yuan chinois	0,0329	–	–
Peso mexicain	0,0324	0,0217	–
Livre sterling	0,0271	0,0368	0,0217
Won sud-coréen	–	0,0307	–
Franc suisse	–	–	0,0043
Couronne suédoise	–	–	0,0035

a) Nous avons utilisé la mesure d'approximation de l'euro employée par la Banque d'Angleterre pour la période antérieure à janvier 1999. Certains des taux de change provenaient de Bloomberg.
b) Les pondérations du FMI ont été ajustées de façon à ce que la somme des pondérations de l'indice donne l'unité.

loin le principal partenaire commercial du Canada. La zone euro et le Japon se classent au deuxième et au troisième rang, respectivement. La Chine, le Mexique et le Royaume-Uni sont les autres pays compris dans le nouvel indice (Tableau 1)[6].

De par sa composition, l'indice TCEC englobe une fraction importante (86 %) des échanges commerciaux du Canada.

De par sa composition, l'indice TCEC englobe une fraction importante (86 %) des échanges commerciaux du Canada et traduit mieux leur profil que l'indice C-6, qui exclut le Mexique et la Chine (remplacée par la Corée du Sud dans la période antérieure à 1996), et devrait donc donner une meilleure indication des répercussions présentes et futures des fluctuations du taux de change sur l'économie réelle. Lorsque le FMI publiera de nouvelles pondérations sur la base des chiffres du commerce international (ce qu'il fait habituellement tous les dix ans), les pondérations et le panier de monnaies utilisés pour l'indice TCEC seront modifiés en conséquence.

6. Avec un poids dans les échanges commerciaux d'environ 1 %, la Chine était en deçà du seuil de 2 % pour la période allant de 1989 à 1991. À cette époque, le Canada commerçait (ou était en concurrence) davantage avec la Corée du Sud qu'avec la République populaire de Chine.

Tableau 2

Sommaire des différences entre les indices TCEC et C-6

Éléments comparés	Indice TCEC	Indice C-6
Calcul des pondérations données aux monnaies	Commerce multilatéral	Commerce bilatéral
Données utilisées pour établir la composition de l'indice et le mettre à jour	Pondérations fondées sur les chiffres du commerce international de 1989 à 1991 utilisées pour la période allant de 1981 à 1995	Pondérations fondées sur les chiffres de 1994 à 1996 utilisées pour toute la période
	Pondérations fondées sur les chiffres de 1999 à 2001 utilisées pour la période écoulée depuis 1996	Pondérations mises à jour tous les 10 ans
Pourcentage du commerce extérieur du Canada pris en compte*	86 %	81 %
Échanges commerciaux pris en compte	Biens, services, produits de base non énergétiques	Biens

* D'après le volume moyen du commerce extérieur total du Canada de 1999 à 2001.

Comparaison entre l'indice TCEC et l'indice C-6

L'indice TCEC comporte plusieurs avantages par rapport à l'indice C-6; en particulier, il fait appel à des pondérations de type multilatéral, il inclut les services et il utilise des données plus récentes sur le commerce international. Ces améliorations donnent une représentation plus fidèle du profil du commerce extérieur du Canada. Le Tableau 2 présente sommairement les principales différences entre les deux indices.

Comme la pondération accordée au dollar américain dans les deux indices est très élevée, ces derniers ont connu une évolution dans le temps très semblable.

Comme la pondération accordée au dollar américain dans les deux indices est très élevée, ces derniers ont connu une évolution dans le temps très semblable (Graphique 1)[7], sauf pour ce qui est de la période allant de 1981 à 1986, au cours de laquelle l'indice C-6 a fléchi de 13 %, tandis que l'indice TCEC a d'abord augmenté de près de 10 % avant de chuter pour enregistrer au total une diminution d'environ 7 %.

Les différences observées entre 1981 et 1986 peuvent être attribuées en partie à la très forte appréciation du dollar canadien (3 000 %) par rapport au peso mexicain et, dans une moindre mesure, à sa hausse par rapport au won sud-coréen (10 %), qui ont partiellement contrebalancé la dépréciation de 13 % qu'il a accusée vis-à-vis du dollar américain. Au cours de la même période, le dollar canadien a aussi perdu 10 % de sa valeur par rapport à l'euro et 36 % vis-à-vis du yen japonais. Le recul du dollar canadien face à ces monnaies a eu davantage d'incidence sur l'indice C-6, qui ne comprenait pas le peso mexicain ni le won sud-coréen, ce qui aurait atténué sa baisse.

Depuis 1987, les deux indices ont évolué de façon très semblable. Ils ont augmenté d'environ 18 % entre 1987 et août 2006 (Graphique 1). Cette relation très étroite s'explique notamment par la hausse de la pondération du dollar américain dans la composition de l'indice TCEC. À partir de 1996, cette pondération est de 0,7618, contre 0,5886 auparavant, ce qui est beaucoup plus près de sa pondération dans l'indice C-6, qui est de 0,8584. Étant donné l'importance équivalente dévolue au dollar américain dans les deux indices depuis, l'évolution récente de ces derniers tient

Graphique 1

Évolution des indices TCEC et C-6

Données mensuelles

1992 = 100

Graphique 2

Évolution des indices TCEC et C-6 en termes réels

Données mensuelles

1992 = 100

essentiellement à l'appréciation de la monnaie canadienne par rapport à sa contrepartie américaine.

Exprimés en termes réels et sur la base des indices des prix à la consommation des divers pays, les indices TCEC et C-6 n'ont baissé que de 3,5 % entre 1981 et 1986 (Graphique 2)[8]. De 1986 à 1988, l'indice C-6 réel a grimpé de 15 %, tandis que l'indice TCEC réel a progressé de 6 %. Par la suite, ils affichent une évolution très semblable.

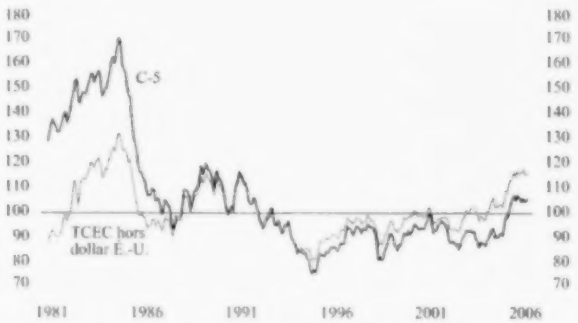
Les deux indices présentent des différences beaucoup plus notables lorsque le dollar américain est retiré du panier de monnaies qu'ils comprennent (Graphique 3). L'indice TCEC hors dollar É.-U. augmente de 10,5 % pour la période 1981-1986. À l'opposé, l'indice C-5

Graphique 3

Évolution de l'indice TCEC hors dollar É.-U. et de l'indice C-5

Données mensuelles

1992 = 100



7. Une hausse des indices représente une appréciation effective du dollar canadien par rapport au panier de monnaies de référence.

8. Les données s'arrêtent en juin 2006 en raison de délais dans le calcul du taux de change effectif réel attribuables au moment où certains pays annoncent les chiffres de leur IPC.

(c'est-à-dire l'indice C-6 moins le dollar américain) recule de 15 % sur la même période. De 1987 à nos jours, l'indice TCEC hors dollar É.-U. affiche un bond d'environ 22 %, tandis que l'indice C-5 retourne à peu près à son niveau de janvier 1987. Dans ce dernier cas, l'évolution divergente des indices s'explique par le fait que l'indice TCEC a tenu compte de l'importante appréciation du dollar canadien par rapport au peso mexicain et au yuan chinois au cours de la période, contrairement à l'indice C-5, dont l'évolution a été essentiellement dictée par les mouvements en dents de scie du dollar canadien par rapport au yen et à l'euro.

Pour la période allant de 1981 à 1986, toutefois, l'indice TCEC réel hors dollar É.-U. a reculé de 3 % seulement, alors que l'indice C-5 a perdu 8 % (Graphique 4). Ainsi, selon l'indice TCEC hors dollar É.-U., l'appréciation en termes réels du dollar canadien par rapport au peso mexicain et au won sud-coréen durant ces années a partiellement compensé sa dépréciation en termes bruts face au yen et à l'euro.

La hausse de l'indice TCEC réel hors dollar É.-U. n'a été que de 2,5 % depuis 1987, contre 11 % pour l'indice C-5 réel (Graphique 4). Cet écart s'explique notamment par la dépréciation en termes réels de 30 % qu'a connue le dollar canadien par rapport au peso mexicain entre 1987 et 2006, ainsi que par celle de 33 % qu'il a enregistrée face au won sud-coréen entre 1987 et 1995. En outre, l'indice TCEC n'englobe pas l'appréciation en termes réels de 30 % de la monnaie canadienne par rapport à la couronne suédoise ni celle de 10 % vis-à-vis du franc suisse observées depuis 1987.

Graphique 4

Évolution de l'indice TCEC hors dollar É.-U. et de l'indice C-5 en termes réels

Données mensuelles

1992 = 100

Conclusion

La Banque du Canada a créé l'indice TCEC, qui tient compte des récents changements survenus dans le profil du commerce extérieur du Canada, pour succéder à l'indice C-6. Les pondérations du nouvel indice, qui proviennent du FMI, sont obtenues à partir d'une méthodologie plus complète et de données sur les échanges plus récentes que celles qui servaient à calculer les pondérations de l'indice C-6. Les chiffres fournis par le FMI prennent en considération la concurrence directe et la concurrence s'exerçant sur les marchés tiers, tandis que l'indice C-6 utilise uniquement des données sur les échanges bilatéraux. Enfin, les pondérations du FMI sont établies à partir de statistiques couvrant la période 1999-2001, tandis que l'indice C-6 est fondé sur les données de la période 1994-1996.

Le changement de méthodologie ne se traduit que par de légères modifications dans l'évolution dans le temps de l'indice de taux de change pondéré en fonction des échanges commerciaux lorsque le dollar américain est inclus, étant donné le poids considérable de cette monnaie dans les deux indices. Lorsque cette dernière n'est pas prise en compte, cependant, la trajectoire des deux indices présente des différences marquées. Les écarts touchant les indices nominaux se rapportent surtout à la période allant de 1981 à 1986 et sont en grande partie attribuables à des divergences dans l'évolution de l'inflation entre les pays.

La Banque du Canada continuera d'apporter des améliorations à son indice de taux de change pondéré en fonction des échanges commerciaux à mesure que celles-ci s'imposeront. En particulier, elle examinera périodiquement la méthodologie employée pour calculer les pondérations entrant dans la composition de l'indice TCEC. De plus, elle pourrait établir les taux de change effectifs réels à l'aide des coûts unitaires de main-d'œuvre mensuels si la Chine commence à publier ces données[9].

9. Jusqu'à maintenant, la Chine ne publie pas de données sur ses coûts unitaires de main-d'œuvre.

Ouvrages et articles cités

Bayoumi, T., J. Lee et S. Jayanthi (2005). « New Rates from New Weights », document de travail n° 05/99, Fonds monétaire international.

Leahy, M. (1998). « New Summary Measures of the Foreign Exchange Value of the Dollar », *Federal Reserve Bulletin* (octobre), p. 811-828.

Lafrance, R., P. Osakwe et P. St-Amant (1998). « Evaluating Alternative Measures of the Real Effective Exchange Rate », document de travail n° 98-20, Banque du Canada.

Annexe

L'indice de taux de change effectif du dollar canadien (indice TCEC) est établi à l'aide de la formule suivante :

$$I_t = I_{t-1} \times \prod_{j=1}^{N(t)} (e_{j,t}/e_{j,t-1})^{w_{j,t}},$$

où I_{t-1} est la valeur prise par l'indice durant la période précédente, et $e_{j,t}$ et $e_{j,t-1}$ désignent les cours du dollar canadien dans la monnaie étrangère j aux périodes t et $t-1$ respectivement; $N(t)$ représente le nombre de monnaies étrangères comprises dans l'indice à la période t; $w_{j,t}$ est la pondération de la monnaie j dans l'indice à la période t; et $\Sigma_j w_{j,t} = 1$.

La Banque de réserve fédérale des États-Unis utilise la même formule pour établir son indice de taux de change du dollar américain pondéré en fonction des échanges commerciaux (Leahy, 1998).

Un indice de taux de change effectif réel du dollar canadien peut être construit en remplaçant les taux de change nominaux par des taux de change réels, au moyen de la formule $e_{j,t} \times P_t / P_{j,t}$, où P_t et $P_{j,t}$ sont les indices de prix implicites pour le Canada et le pays j respectivement. L'indice des prix à la consommation pour le Canada et les autres pays représentés dans le panier de monnaies est l'indice des prix qui a été utilisé afin de construire l'indice TCEC réel aux fins du présent article[1].

1. D'après une étude effectuée par Lafrance, Osakwe et St-Amant (1998), les coûts unitaires de main-d'œuvre expliqueraient nettement mieux les variations des exportations nettes et de la production réelle du Canada que l'IPC. Toutefois, étant donné les contraintes touchant la disponibilité et la qualité des mesures des coûts unitaires de main-d'œuvre dans les pays à marché émergent, l'IPC peut être utilisé comme variable d'approximation de ces coûts en raison de sa forte corrélation avec ceux-ci.

Publications de la Banque du Canada

Pour plus de renseignements, y compris les tarifs d'abonnement, veuillez vous adresser à la Diffusion des publications, département des Communications, Banque du Canada, Ottawa (Ontario), Canada, K1A 0G9, ou composer le (613) 782-8248.

Rapport annuel. Paraît chaque année en mars*.

Rapport sur la politique monétaire. Paraît deux fois par année*.

Mise à jour du Rapport sur la politique monétaire. Paraît en janvier et en juillet*.

Revue du système financier. Paraît en juin et en décembre*.

Revue de la Banque du Canada. Paraît chaque trimestre*. (Voir les renseignements relatifs aux abonnements à la page 2.)

Discours et déclarations du gouverneur*

Statistiques bancaires et financières de la Banque du Canada. Paraît chaque mois. (Voir les renseignements relatifs aux abonnements à la page 2.)

Bulletin hebdomadaire de statistiques financières. Paraît tous les vendredis*. (Envoi par la poste sur abonnement)

Reconduction de la cible de maîtrise de l'inflation : Note d'information*

Les conférences Thiessen*

Le dollar canadien : une perspective historique
James Powell (2e édition, publiée en décembre 2005). Offert au prix de 8 $ CAN, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale.

La transmission de la politique monétaire au Canada (publié en 1996)*. Offert au prix de 20 $ CAN, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale.

Le bilinguisme à la Banque du Canada. Paraît chaque année*.

Catalogue des publications de la Banque du Canada*
Recueil de résumés succincts des articles et études publiés en 2005. Comprend aussi une liste des travaux publiés par les économistes de la Banque dans des revues externes et dans des actes de colloques tenus à l'extérieur.

Une évolution planifiée : L'histoire de l'Association canadienne des paiements de 1980 à 2002
James F. Dingle (publié en juin 2003)*

La Banque en bref (publié en mars 2004)*

Actes de colloques

Comportement des agents économiques et formulation des politiques en régime de stabilité des prix, octobre 1993

Le crédit, les écarts entre taux d'intérêt et le mécanisme de transmission de la politique monétaire, novembre 1994

Les marchés monétaires et les opérations de la banque centrale, novembre 1995

Les taux de change et la politique monétaire, octobre 1996

Stabilité des prix, cibles en matière d'inflation et politique monétaire, mai 1997*

La valeur informative des prix des actifs financiers, mai 1998*

La monnaie, la politique monétaire et les mécanismes de transmission, novembre 1999*

La stabilité des prix et la cible à long terme de la politique monétaire, juin 2000*

Les taux de change flottants : une nouvelle analyse, novembre 2000*

Structure et dynamique des marchés financiers, novembre 2001*

Ces publications sont offertes au prix de 15 $ CAN, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale.

Rapports techniques et documents de travail

Les rapports techniques et les documents de travail sont publiés en règle générale dans la langue utilisée par les auteurs; ils sont cependant précédés d'un résumé bilingue. On peut obtenir gratuitement un exemplaire de ces publications en s'adressant à la Diffusion des publications, département des Communications, Banque du Canada, Ottawa (Ontario), Canada, K1A 0G9.
Les rapports techniques publiés à partir de 1982 et les documents de travail parus depuis 1994 peuvent être consultés dans le site Web de la Banque. Pour obtenir la liste des rapports techniques et des travaux de recherche publiés avant 1982, veuillez consulter le numéro d'avril 1988 de la *Revue de la Banque du Canada*.

* Ces publications peuvent être consultées dans le site Web de la Banque à l'adresse www.banqueducanada.ca.

Rapports techniques*

2000

88 International Financial Crises and Flexible Exchange Rates: Some Policy Lessons from Canada
(J. Murray, M. Zelmer et Z. Antia)

2001

89 Core Inflation
(S. Hogan, M. Johnson et T. Laflèche)

2002

90 Dollarization in Canada: The Buck Stops There
(J. Murray et J. Powell)

91 The Financial Services Sector: An Update on Recent Developments
(C. Freedman et C. Goodlet)

92 The Performance and Robustness of Simple Monetary Policy Rules in Models of the Canadian Economy
(D. Côte, J. Kuszczak, J.-P. Lam, Y. Liu et P. St-Amant)

2003

93 Money in the Bank (of Canada)
(D. Longworth)

94 A Comparison of Twelve Macroeconomic Models of the Canadian Economy
(D. Côté, J. Kuszczak, J.-P. Lam, Y. Liu et P. St-Amant)

95 Essays on Financial Stability
(J. Chant, A. Lai, M. Illing et F. Daniel)

2005

96 MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy
(M.-A. Gosselin et R. Lalonde)

Documents de travail

2005

1 Self-Enforcing Labour Contracts and the Dynamics Puzzle
(C. Calmès)

2 The Stochastic Discount Factor: Extending the Volatility Bound and a New Approach to Portfolio Selection with Higher-Order Moments
(F. Chabi-Yo, R. Garcia et E. Renault)

3 Pre-Bid Run-Ups Ahead of Canadian Takeovers: How Big Is the Problem?
(M.R. King et M. Padalko)

4 State-Dependent or Time-Dependent Pricing: Does It Matter for Recent U.S. Inflation?
(P. J. Klenow et O. Kryvtsov)

5 Y a-t-il eu surinvestissement au Canada durant la seconde moitié des années 1990?
(S. Martel)

6 Monetary Policy under Model and Data-Parameter Uncertainty
(G. Cateau)

7 Determinants of Borrowing Limits on Credit Cards
(S. Dey and G. Mumy)

8 Recent Developments in Self-Employment in Canada
(N. Kamhi et D. Leung)

9 State Dependence in Fundamentals and Preferences Explains Risk-Aversion Puzzle
(F. Chabi-Yo, R. Garcia et E. Renault)

10 Educations Spillovers: Does One Size Fit All?
(R. Baumann et R. Solomon)

11 An Analysis of Closure Policy under Alternative Regulatory Structures
(G. Caldwell)

12 Do Exchange Rates Affect the Capital-Labour Ratio? Panel Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(D. Leung et T. Yuen)

13 Efficiency and Economies of Scale of Large Canadian Banks
(J. Allen et Y. Liu)

14 Labour Market Adjustments to Exchange Rate Fluctuations: Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(D. Leung et T. Yuen)

15 Learning-by-Doing or Habit Formation?
(H. Bouakez et T. Kano)

16 Endogenous Central Bank Credibility in a Small Forward-Looking Model of the U.S. Economy
(R. Lalonde)

17 Risk Perceptions and Attitudes
(M. Misina)

18 Lines of Credit and Consumption Smoothing: The Choice between Credit Cards and Home Equity Lines of Credit
(S. Dey)

19 Bank Failures and Bank Fundamentals: A Comparative Analysis of Latin America and East Asia during the Nineties Using Bank-Level Data
(M. Arena)

20 La fonction de production et les données canadiennes
(P. Perrier)

21 The Effectiveness of Official Foreign Exchange Intervention in a Small Open Economy: The Case of the Canadian Dollar
(R. Fatum et M.R. King)

22 The Effects of the Exchange Rate on Investment: Evidence from Canadian Manufacturing Industries
(T. Harchaoui, F. Tarkhani et T. Yuen)

23 Pocket Banks and Out-of-Pocket Losses: Links between Corruption and Contagion
(R. H. Solomon)

24 A Search Model of Venture Capital, Entrepreneurship, and Unemployment
(R. Boadway, O. Secrieru et M. Vigneault)

25 The Impact of Unanticipated Defaults in Canada's Large Value Transfer System
(D. McVanel)

26 Uninsured Idiosyncratic Production Risk with Borrowing Constraints
(F. Covas)

27 Inflation Dynamics and the New Keynesian Phillips Curve: An Identification-Robust Econometric Analysis
(J.-M. Dufour, L. Khalaf et M. Kichian)

28 Inflation and Relative Price Dispersion in Canada: An Empirical Assessment
(A. Binette et S. Martel)

29 Has Exchange Rate Pass-Through Really Declined in Canada?
(H. Bouakez et N. Rebei)

* Ces publications peuvent être consultées dans le site Web de la Banque à l'adresse www.banqueducanada.ca.

Documents de travail (suite)*

2005

30 Intertemporal Substitution in Macroeconomics: Evidence from a Two-Dimensional Labour Supply Model with Money
(A. Dib et L. Phaneuf)
31 Forecasting Canadian GDP: Region-Specific versus Countrywide Information
(F. Demers et D. Dupuis)
32 Degree of Internationalization and Performance: An Analysis of Canadian Banks
(W. Hejazi et E. Santor)
33 Does Financial Structure Matter for the Information Content of Financial Indicators?
(R. Djoudad, J. Selody et C. Wilkins)
34 The Exchange Rate and Canadian Inflation Targeting
(C. Ragan)
35 Testing the Parametric Specification of the Diffusion Function in a Diffusion Process
(F. Li)
36 The Canadian Macroeconomy and the Yield Curve: An Equilibrium-Based Approach
(R. Garcia et R. Luger)
37 Quantity, Quality, and Relevance: Central Bank Research, 1990–2003
P. St-Amant, Greg Tkacz, A. Guérard-Langlois et L. Morel
38 An Empirical Analysis of Foreign Exchange Reserves in Emerging Asia
(M.-A. Gosselin et N. Parent)
39 Measurement Bias in the Canadian Consumer Price Index
(J. Rossiter)
40 Subordinated Debt and Market Discipline in Canada
(G. Caldwell)
41 Modelling and Forecasting Housing Investment: The Case of Canada
(F. Demers)
42 Order Submission: The Choice between Limit and Market Orders
(I. Lo et S. G. Sapp)
43 The 1975–78 Anti-Inflation Program in Retrospect
(J. Sargent)
44 Forecasting Core Inflation in Canada: Should We Forecast the Aggregate or the Components?
(F. Demerset et A. De Champlain
45 An Evauluation of MLE in a Model of the Nonlinear Continuous-Time Short-Term Interest Rate
(I. Lo)

2006

1 The Institutional and Political Determinants of Fiscal Adjustment
(R. Lavigne)
2 Structural Change in Covariance and Exchange Rate Pass-Through: The Case of Canada
(L. Khalaf et M. Kichian)
3 Money and Credit Factors
(P. D. Gilbert et E. Meijer)
4 Forecsting Canadian Time Series with the New Keynesian Model
(A. Dib, M. Gammoudi et K. Moran)
5 Are Currency Crises Low-State Equilibria? An Empirical, Three-Interest-Rate Model
(C. M. Cornell et R. H. Solomon)
6 Regime Shifts in the Indicator Properties of Narrow Money in Canada
(T. Chan, R. Djoudad et J. Loi)
7 Ownership Concentration and Competition in Banking Markets
(A. Lai et R. Solomon)
8 A Structural Error-Correction Model of Best Prices and Depths in the Foreign Exchange Limit Order Market
(I. Lo et S.G. Sapp)
9 Monetary Policy in an Estimated DSGE Model with a Financial Accelerator
(I. Christensen et A. Dib)
10 An Evaluation of Core Inflation Measures
(J. Armour)
11 The Federal Reserve's Dual Mandate: A Time-Varying Index for the United States
(R. Lalonde et N. Parent)
12 The Welfare Implications of Inflation versus Price-Level Targeting in a Two-Sector, Small Open Economy
(E. Ortega et N. Rebei)
13 Guarding Against Large Policy Errors under Model Uncertainty
(G. Cateau)
14 Forecasting Commodity Prices: GARCH, Jumps, and Mean Reversion
(J.-T. Bernard, L. Khalaf, M. Kichian et S. McMahon)
15 LVTS, The Overnight Market, and Monetary Policy
(N. Kamhi)
16 Benchmark Index of Risk Appetite
(M. Misina)
17 Risk-Cost Frontier and Collateral Valuation in Securities Settlement Systems for Extreme Market Events
(A. Garcia et R. Gençay)
18 Working Time over the 20th Century
(A. Ueberfeldt)
19 Institutional Quality, Trade, and the Changing Distribution of World Income
(B. Desroches et M. Francis)
20 Examining the Trade-Off between Settlement Delay and Intraday Liquidity in Canada's LVTS: A Simulation Approach
(N. Arjani)

* Ces publications peuvent être consultées dans le site Web de la Banque à l'adresse www.banqueducanada.ca.

Documents de travail (suite)*
2006

21 The International Monetary Fund's Balance-Sheet and Credit Risk
(R. Felushko et E. Santor)
22 Launching the NEUQ: The New European Union Quarterly Model, A Small Model of the Euro Area and U.K. Economies
(A. Piretti et C. St-Arnaud)
23 Convergence in a Stochastic Dynamic Heckscher-Ohlin Model
(P. Chatterjee et M. Shukayev)
24 Are Average Growth Rate and Volatility Related?
(P. Chatterjee et M. Shukayev)
25 Linear and Threshold Forecasts of Output and Inflation with Stock and Housing Prices
(G. Tkacz et C. Wilkins)
26 Using Monthly Indicators to Predict Quarterly GDP
(I. Yi Zheng et J. Rossiter)
27 Can Affine Term Structure Models Help Us Predict Exchange Rates?
(A. Diez de los Rios)
28 Estimation of the Default Risk of Publicly Traded Canadian Companies
(G. Dionne, S. Laajimi, S. Mejri et M. Petrescu)
29 The Turning Black Tide: Energy Prices and the Canadian Dollar
(R. Issa, R. Lafrance et J. Murray)
30 Multinationals and Exchange Rate Pass-Through
(A. Lai et O. Secrieru)
31 Assessing and Valuing the Non-Linear Structure of Hedge Fund Returns
(A. Diez de los Rios et R. Garcia)
32 Governance and the IMF: Does the Fund Follow Corporate Best Practice?
(E. Santor)
33 Are Canadian Banks Efficient? A Canada-U.S. Comparison
(J. Allen, W. Engert et Y. Liu)
34 The Macroeconomic Effects of Non-Zero Trend Inflation
(R. Amano, S. Ambler et N. Rebei)
35 Survey of Price-Setting Behaviour of Canadian Companies
(D. Amirault, C. Kwan et G. Wilkinson)
36 Credit in a Tiered Payments System
(A. Lai, N. Chande, and S. O'Connor)
37 Endogenous Borrowing Constraints and Consumption Volatility in a Small Open Economy
(C. de Resende)
38 Conditioning Information and Variance Bounds on Pricing Kernels with Higher-Order Moments: Theory and Evidence
(F. Chabi-Yo)
39 Short-Run and Long-Run Causality between Monetary Policy Variables and Stock Prices
(J.-M. Dufour et D. Tessier)